ini
phia
ica
II.

46.

~~I. VI. 9.~~

Phys. 46.
o. 2.

PHILOSOPHIA BRITANNICA:

oder

neuer und faßlicher

Lehrbegrif

der

Newtonſchen Weltweisheit, Aſtronomie und Geographie

Bibl. in zwölf Vorleſungen Banz

mit Noten,

die phyſiſchen, mechaniſchen, geometriſchen
und durch Verſuche beſtättigten Beweiſe
und Erläuterungen der geſamten

Naturkunde

enthaltend:

wie auch eine genaue Nachricht und Erklärung der Erſindung, Bauart, Verbeſſerung und Gebrauchs aller nützlichen Werkzeuge und Maſchinen; nebſt einer neuen Berechnung ihrer Kräfte und Würkungen.

Alles aus den vornehmſten Schriftſtellern, und öffentlichen Nachrichten, welche bisher heraus gekommen ſind, ſorgfältig zuſammen getragen, und in eine genaue Ordnung gebracht.

Mit ein und achtzig Kupfertafeln.

Von

B. Martin.

Zweyter Theil.

Nach der letztern Ausgabe aus dem Engliſchen überſetzt, verbeſſert und mit Zuſätzen und neuen Theorien vermehrt

von

C. H. Wilke.

Leipzig,
bey Wilhelm Gottlob Sommer in Commiſſion 1772.

Quae toties Animos veterum torſere Sophorum,

Quaeque Scholas fruſtra rauco Certamine vexant,

Obuia conſpicimus, Nubem pellente Matheſi.

HALLEY *in* NEWT. *Princ.*

Inhalt.

Fünfte Vorleſung.

Von der Bewegung der flüßigen Körper.

Erklärung der Hydraulik oder der Bewegung flüßiger Körper Seite 2
Von der Kraft der flüßigen Weſen 3. 4
Natur der Waſſerleitung und Waſſerhälter 4 = 10
Von den Flüſſen und Erklärung ihrer Bewegung 6 = 9
Theorie von den Brunnen und Quellen des Hrn. Halley 10 = 20
Von aufhörenden und wieder anfangenden Quellen 21 u. f.
Theorie der Springbrunnen 29 = 41
Theorie der flüßigen ſpringenden Körper überhaupt 41 = 46
Anwendnng derſelben auf die thieriſchen Körper 46 = 48
Erklärung der Newtonſchen Theorie von den Waſſerfällen 48 = 55

Von den Pumpwerken.

Theorie von den Pumpwerken überhaupt 56 = 88
Beſchaffenheit der Ventilklappen und deren Erklärung 70
Von der gemeinen Hauswaſſerpumpe 57. u. f.
Erklärung der Druckwerke 71. 72
— — Hebewerke 72. 73
Theorie einer neu erfundenen Queckſilberpumpe 73. 82
Bauart einer neuen Pumpe, bey welcher keine Reibung ſtatt findet 82 = 84
Erklärung des Archimedes Waſſerſchraube 84 = 86
Größeſte Höhe auf welche das Waſſer gepumpt werden kann 86. 87
Ein neues Verfahren, das Waſſer durch die Hitze und Kälte, oder vermöge der Veränderung der Luft, zu heben 87. 88

Von Waſſer= und Feuermaſchinen.

Theorie und Bauart des Newshams Waſſermaſchine 88. 89
Verfahren, nach welchem eine gemeine Pumpe auf eben die Art gebraucht werden kann 92 = 95
Beſchreibung des Newcomens Feuermaſchine 95 = 108
Des Hauptmann Savery Feuermaſchine nebſt deren Theorie 109 = 111

Beſchreibung des H. Peynes neuen Feuermaſchine S. 112=116
Von der Natur der Aeolipile oder Windkugel 116=120
Berechnung der ausnehmenden Gewalt des Dunſtes oder Dampfes 116=123
Vorſchläge zu Dampfbüchſen 121

Von der Ebbe und Fluth. 123=142

Ausführliche Erklärung der Theorie von der Ebbe und Fluth eb.

Sechſte Vorleſung.

Von den Eigenſchaften der Luft.

Ob die Luft im eigentlichen Verſtande ein flüßiges Weſen iſt 144
Wodurch ſie ſich von der Natur anderer flüßiger Weſen unterſcheidet 144
Von der Erzeugung der Luft 145
Erzeugung derſelben durch die Kunſt 145 u. f.
Hervorbringung derſelben durch Verſuche 147 u. f.
Berechnung der Menge derſelben in verſchiedenen Körpern 150=152
Berechnung ihrer ſtarken ausdehnenden Kraft 153. 154
Schwere der äußern Luft 155 u. f.
Allgemeine Theorie der Barometer 156 u. f.
des gemeinen Barometers 156 u. f.
— Diagonalbarometers 159. 160
— Horizontalbarometers 160 u. f.
— hängenden Barometers 161. 162
— Barometers mit einer Scheibe 162
Des Barometers mit einer unendlichen Scala der Veränderungen von Herrn Rowning 163 u. f.
Eigenſchaften des vorzüglichſten Barometers, und wie es zu machen 165=167
Verbeſſerung der Scala des gemeinen Barometers vermittelſt des Nonius 167
Erklärung der Eigenſchaften des Nonius eb.
Nutzen der Barometer in der Beſtimmung der Höhen der Oerter 168 u. f.
Eine zu dieſem Ende berechnete Tabelle 170
Von der Dichtigkeit der Luft und deren Federkraft 171 u. f.
Berechnete zurücktreibende Kraft der Lufttheilgen eb.
Erklärung der von der Dichtigkeit der Luft herrührenden zuſammengeſetzten Kraft; ſowohl durch die Theorie als Verſuche 173 u. f.

Höhe

Höhe, auf welche das Queckſilber in denen mit Luft gefüllten Röhren ſteigt Seite 175. 176
Von der Beſchaffenheit und Theorie eines Inſtruments, mit welchem die Tiefen der See gemeſſen werden 176 u. f.
Ausnehmender Grad der Zuſammendrückung der Luft, und der daher rührenden ſtarken Gewalt 178 u. f.
Höhe der Luftkugel, wenn ſie durchgehens gleich dicht angenommen wird, durch Verſuche beſtimmet 181 u. f.
Berechnung der Höhe der Luft 185-190
Deren Beſtimmung aus aſtronomiſchen Verſuchen 185 u. f.
Berechnung der Schwere oder des Druckes der äußern Luft auf einen Quadratzoll 191 u. f.
— des Druckes derſelben auf die ganze Oberfläche der Erde 193. 194
— der Dicke einer metallenen Kugel, welche in der Luft ſchwimmen könnte 194-196
Funfzig Verſuche mit der Luftpumpe, durch welche die Schwere, Federkraft, und andere Eigenſchaften der Luft erwieſen werden 197-221
Verdickung der Luft durch Verſuche 221-223
Von der Papinianſchen Auflöſungsmaſchine 223
— — Taucherglocke, deren Theorie, und Verbeſſerung durch den Herrn Triewald 224-230
— den Thermometern und deren Theorie 230 u. f.
— des Newtons mit Oele und Weingeiſte gefülltem Thermometer 232
- dem mit Queckſilber gefülltem Thermometer überhaupt eb. u. f.
— des Farenheits Queckſilberthermometer 232 u. f.
Beſchaffenheit und Gebrauch eines Richtthermometers durch ein Beyſpiel erläutert 232
Newtons Entwurf, die beyden Punkte des Frierens und kochenden Waſſers zum Grunde bey der Beſtimmung aller übrigen Grade der Witterung anzunehmen 236 u. f.
Des Herrn Hales Thermometer zum Gebrauche bey den Miſtbeeten 238
Beſchaffenheit und Theorie des Hygrometers 239 u. f.
Beſte Art, wie ſie gemacht werden 240 u. f.
Theorie der gemeinen Windbüchſe 241 u. f.
Beſchreibung des Herrn Colbe Magazinwindbüchſe 242 u. f.
Theorie und Bauart der Luftpumpe 240-246
Eine von dem Verfaſſer neu erfundene Art der Handluftpumpe 246-248
Berechnung der in dem Recipienten verdünnten Luft 248-253

Barometer bey der Luftpumpe, wenn die Luft ſowohl zuſammengedrückt, als ausgedehnt wird Seite 253. 254

Anhang des Ueberſetzers.

Neue Theorie von der Luft 255 - 284
— — — — Erwärmung und Erkältung der Körper 285 - 312

Siebende Vorleſung.

Von dem Winde und Schalle.

Von dem Winde.

Von der Natur des Windes, und wie er entſteht 314
Halleys Theorie von dem Winde 314 - 322
Wie das Gleichgewicht in der Luftkugel durch die Hitze und Kälte aufgehoben wird eb.
Beſtändiger Zufluß der Luft von Oſten, Norden und Süden eb.
Erläuterungen des Vorhergehenden durch Beyſpiele 322 u. f.
Von den beſtändigen Winden unter dem Aequator, und wie ſie entſtehen 325 u. f.
Urſachen derjenigen Winde, welche nur zu einer Jahrszeit wehen 319 u. f.
Von der Ebbe und Fluth der Luft 321 u. f.
— — Geſchwindigkeit der Bewegung der Luft oder dem Winde 326. 327
Des Herrn Hooke Windmeſſer 327
Verfertigung eines neuen Windmeſſers 327 - 329
Nähere Berechnung der Kraft des Windes auf die Flügel einer Windmühle 329 - 337
Theorie des Herrn Triewalds neuen Blaſebälge 337

Von dem Schalle.

Von dem Schalle überhaupt, und wie er entſteht 327 - 339
— der Beſchaffenheit und Bauart des Ohres, und der Beſchreibung ſeiner einzelnen Theile 339 - 345
— dem Zittern der ſchallenden Körper 343 - 345
Newtonſche Theorie von dem Schwingen elaſtiſcher Saiten 346 - 350
Von der Berechnung der Waſſerwellen und deren Vergleichung mit dem Schwingen in der Cycloide 350 - 354
Verſchiedene Eigenſchaften der Luftſchläge oder Luftwellen 352 - 361
Von der Weite, durch welche ſich der Schall verbreitet, ſo weit er noch gehöret werden kann, durch Verſuche erläutert 354 - 356

Beweis von der Geſchwindigkeit der Luftſchläge a priori Seite 356 u. f.
Berechnung derſelben 358 u. f.
Verſuche, durch welche eben dieſes beſtätiget wird 360 = 365
Erklärung der Natur und Theorie des Wiederſchalles 365 u. f.
Nutzen deſſelben in der Beſtimmung der Weite der Oerter, der Tiefe eines Brunnens 369
Beſchaffenheit und Theorie der zur Verſtärkung des Gehörs dienlichen Werkzeuge 366 u. f.
Von der Stentorophoniſchen Röhre, oder dem Sprachrohre 372 u. f.

Grundſätze der Muſik.

Von der Beſchaffenheit der verſchiedenen Schalle oder Töne 376 u. f.
— — Dicke, Länge, und Ausdehnung der muſikaliſchen Saiten, deren Berechnung aus mathematiſchen Gründen 382 u. f.
Beſchaffenheit des Claviers oder der Harfe 377 u. f.
— der Flöte, Orgel, u. dergl. 378
— — Conſonanzen und Diſſenanzen eb.
Von der muſikaliſchen Scala, und deren Eintheilung 379. 380
— den höhern oder niedrigern muſikaliſchen Tönen 380. 381
— der Melodie und Harmonie 382
— — harmoniſchen Proportion in Zahlen 383
Eben derſelben in Linien 389
Mathematiſche Theorie der muſikaliſchen Proportion 390
Wunderbare Eigenſchaft einer muſikaliſchen Saite, wie ſie aus Verſuchen erhellet 391 = 394

Achte Vorleſung.
Von dem Lichte und den Farben.

Von dem Lichte.

Natur des Lichts überhaupt 396
Ungemeine Zartheit der Lichttheilgen 397
Deren verſchiedene Größe 398
Erſtaunende Geſchwindigkeit des Lichts 400 u. f.
Beſtimmung derſelben von dem Herrn Reaumeur 403 u. f.
Genaueres ähnliches Verfahren des Herrn Bradley 407 = 411
Vergleichung der Geſchwindigkeit des Lichts mit der Geſchwindigkeit der Erde 409 u. f.
Newtons Theorie vom Feuer und der Hitze 412 = 419
Verſchiedene Arten des Phoſphori 413
Von der Natur des Gefrierens 417
Kraft der Brenngläſer 419

Angeſtellte Verſuche mit dem Brennſpiegel des Herrn Vilette Seite 422 u. f.
Berechnung der Brennkraft 424
Warum das Mondenlicht keine Wärme giebt, wenn es in den Brennpunkt der Gläſer zuſammen gebracht wird 425-427
Von der Undurchſich- und Durchſichtigkeit der Körper 427 u. f.
— — Zurückwerfung des Lichts 428 u. f.
Beweis der Geſetze derſelben eb.
Von der brechenden Kraft gewiſſer Mediums, durch welche das Licht fährt 434 u. f.
Von der Brechung des Lichts eb.
Von dem Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels in dem Waſſer, Glaſe u. ſ. f. 435
Erklärung der phiſicaliſchen Urſachen der Brechung 439-441
Verſchiedene Brechung des Lichts eb.
Mathematiſche Theorie von derſelben 441 u. f.
Ein Inſtrument, durch welches erwieſen wird, daß der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels unveränderlich ſey 442 u. f.
Eine Tabelle vor die Sinus der Brechungen in verſchiedenen Mediums 447
Beſtimmung der brechenden Kraft der Luft 448
Von dem ſcheinbaren Orte und der Geſtalt der Gegenſtände, wenn ſie durch gewiſſe Mediums betrachtet werden 449 u. f.

Von den Farben.

Von den verſchiedenen Farben des Sonnenlichts 453
Wie und warum ſie durch das Priſma ſo, und nicht anders erſcheinen 454 u. f.
Beſtimmung des Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels in allen Arten der Strahlen 457 u. f.
Harmoniſche Proportion des gefärbten oder bunten Bildes 464
Von einer gewiſſen Art der Augenmuſik oder dem Augenclaviere 465-466
Urſachen, der unvollkommenen Brechung in den Fernröhren 466-472
Verſchiedene Zurückwerfungen des Lichts, und Urſache derſelben 472-480
Von dem Vermögen der leichten Zurückwerfung und Durchlaſſung der Lichtſtrahlen 480 u. f.
Erklärung der Ringe des gefärbten Lichts, von dem Herrn Newton 480-502
Theorie der Farben der natürlichen Körper, aus dem Vorhergehenden, hergeleitet 502-518
Mathematiſche Theorie von dem Regenbogen 518-543
Nähere Erklärung der verſchiedenen Eigenſchaften deſſelben 543-550

Die

Die fünfte Vorleſung.

Inhalt.

Von dem Gleichgewichte und der Bewegung der flüßigen Weſen überhaupt.

Aufſteigen der flüßigen Weſen in Gefäßen und Röhren.

Bewegung der Flüſſe.

Urſprung der Brunnen und Quellen.

Von denen Quellen, welche beſtändig, nur zuweilen, abwechſelnd ſpringen und wieder aufhören.

Eigenſchaften des krummen Hebers und Tantalusbechers.

Lehre von den Springbrunnen, deren Röhren und übrigen Zugehör.

Lehrſätze von der Geſchwindigkeit, Bewegung, Entfernung, u. ſ. f. der ſpringenden flüßigen Weſen.

Verſchiedene Berechnungen die Bewegung der flüßigen Weſen durch ſolche Röhren betreffend, wenn ſie als Theile der thieriſchen Körper, Waſſerfälle und dergleichen, erwogen werden.

Eigenſchaften des Hebers.

Sämmtliche Lehre von großen Pumpwerken überhaupt.

Erklärung einer gemeinen Pumpe.

Bauart einer neuen Pumpe ohne Reibung.

Beſchaffenheit u. Gebrauch einer Queckſilberpumpe, in welcher das Queckſilber die Stelle des Kolbens vertritt.

Von des Archimedes Waſſerſchraube.

Eigenſchaften und Bauart des Newshams Waſſermaſchine.
Des Neucomenes Saverys Feuermaſchine, und Paines Verbeſſerungen an derſelben.
Von der Aeolipile.
Ausführliche Erklärung der Ebbe und Fluth.

Unter der Hydraulick verſtehen wir diejenige Wiſſenſchaft, welche von der Bewegung der flüßigen Weſen, und allen Arten der Waſſermaſchinen handelt, welche hieher gehören; wie auch von der Beſchaffenheit der Quellen, der Theorie der Ebbe und Fluth u. d. gl. welche in dieſem Hauptſtücke gemeiniglich erklärt zu werden pflegen.

Die Bewegung der flüßigen Weſen, das iſt, ihr Fall oder Steigen unter oder über die allgemeine Oberfläche der Brunnen und Quellen, rührt aus folgenden Urſachen her. 1) Von der natürlichen Schwere oder dem Drucke des in dem Brunnen oder Waſſerbehälter befindlichen flüßigen Weſens; 2) dem Drucke oder der Schwere der Luft auf die Oberfläche des flüßigen Weſens in dem Hälter, wenn jener zu gleicher Zeit über einem gewiſſen Theile in den Waſſergängen oder Fallröhren, entweder weggenommen oder vermindert wird. 3) Dem Springen oder der elaſtiſchen Kraft der zuſammen gedruckten oder verdickten Luft, wie bey der gemeinen Waſſermaſchine. 4) Der Kraft oder dem Drucke des Kolbens, wie bey allen Arten der Druckwerke u. d. gl. 5) Der anziehenden Kraft, wie bey der Ebbe und Fluth u. d. gl. Von welchen Gegenſtänden wir nunmehro

mehro nach und nach in folgender Ordnung handeln wollen.

I. Die allernatürlichſte Bewegung der flüßigen Weſen iſt diejenige, welche von der Kraft ihrer eignen Schwere herrührt, vermöge welcher die Theile, die am höchſten liegen, auf die unter ihnen liegenden, ſo lange drücken, bis alle dadurch in eine horizontale Lage kommen. Auf dieſe Weiſe drückt das Waſſer in dem Gefäße ABDC, auf das in der Leitröhre FGH eben ſo hoch bis IKLM, in einer jedweden Richtung oder Lage der Röhre GH oder GN; wo nicht die Oefnung derſelben unter dem gemeinen Waſſerſtande iſt: in welchem Falle denn das Waſſer beſtändig heraus läuft. Die Urſache hiervon iſt aus hydroſtatiſchen Gründen leicht klar, in welchen wir gezeigt haben, daß der Druck der flüſſigen Weſen ſich wie ihre Höhe verhalte, und nicht wie die Menge derſelben. Mithin muß auch die Würkung oder das in die Höhe ſteigen des flüßigen Weſens in der Röhre, dieſer Höhe ebenfalls gleich ſeyn. Oder: die Geſchwindigkeit des flüßigen Weſen in der Röhre bey *L*, verhält ſich zu der Geſchwindigkeit deſſelben in dem Brunnen *IK*, wie die Menge deſſelben in dem Brunnen zu der Menge in der Röhre von einer gegebenen Höhe. Weswegen denn (vermöge der Gründe der Mechanik) die Bewegung des flüßigen Weſens in beyden gleich iſt; mithin muß in beyden Höhen K und L, ein Gleichgewicht erfolgen [LXVIII.]. Tab. XV. Fig. 5.

 Daher

[LXVIII.] 1. Weil die Theilgen der flüßigen Weſen als kleine feſte Körpergen angeſehen werden müſſen, ſo finden bey ihnen auch eben ſolche Geſetze der Bewegung ſtatt,

Daher haben wir Röhren, welche öfters mit Waſſer aus Quellen erfüllet werden, die über ihnen

ſtatt, wie bey dieſen; und ihre Bewegungen werden auf eben die Weiſe beſtimmet, wie bey den größern Körpern; das iſt, **durch das Product aus der Menge der Materie in die Geſchwindigkeit.**

Tab. XV. Fig. 5. 2. Nun iſt aber klar, daß die Geſchwindigkeiten des flüßigen Weſens in dem Gefäße AD, und in der Röhre SL ſich wie die Menge der Materie oder des flüßigen Weſens, umgekehrt verhalten müſſe, wie die Höhen in beyden; das iſt, wie der Cylinder TVWL zu dem Cylinder ICDK. Denn wenn das flüßige Weſen in dem Cylinder ICDK ſämmtlich in die Röhre SH gereten iſt, ſo erfüllet es einen Raum über VW in der Röhre, welcher ein Cylinder von eben der Größe wie der erſtere iſt. Weil ſich nun die Cylinder wie ihre Grundflächen und Höhen in einander multiplicirt verhalten: ſo folgt, daß, wenn B die Grundfläche, und H = der Höhe des Cylinders ICDK iſt; b und h aber die Grundfläche und Höhe eines gleich großen Cylinders in der Röhre über VW, (weil $B \times H = b \times h$) wir $H : h = b : B$ haben. Die Höhen H und h aber ſind die Raume, welche in gleicher Zeit beſchrieben worden; mithin ſtellen ſie die Geſchwindigkeiten des ſich bewegenden flüßigen Weſens vor. Es verhält ſich aber b zu B, wie der Cylinder TW, zu dem Cylinder ID; (denn die Cylinder von gleicher Höhe verhalten ſich wie ihre Grundflächen); mithin iſt $H : h = TW : ID$. **Oder: die Geſchwindigkeiten verhalten ſich, wie die Menge des flüßigen Weſens umgekehrt, wenn die Höhen gleich ſind.**

3. Man kann ſich auch auf eine andere Weiſe leicht vorſtellen, daß das Waſſer nicht höher in der Röhre SH ſteigen kann, als in dem Gefäße AD, weil, (wenn wir annehmen, die Röhre ſey allenthalben gleich weit, und mithin EQ = TL) leicht erhellet, daß, wenn wir FE bis O, und RQ bis P verlängern, alsdenn der cylindriſche Körper des flüßigen Weſens in dem Gefäße, welches überhalb der Oeffnung der Röhre EQ ſteht, das iſt, der Waſſercylinder OEQP, allein in der Röhre

nen liegen, und Hähne, durch welche die Einwohner einer Stadt mit Waſſer durch Röhren verſe-

re den Druck auf das Waſſer verurſachen könne: denn alles flüßige Weſen, (außer dieſem Cylinder) ſteht nur über dem Boden des Gefäßes CE und QD, drückt auf denſelben, und ſeine Kraft wird durch deſſen Gegendruck vernichtet. Das Waſſer wird alſo durch die Oeffnung EQ ſo lange herunter ſinken, bis es durch ſeinen Druck eine Menge in dem andern Schenkel SH hinauf getrieben hat, welche ſo groß iſt, als die beyden Cylinder OQ + QF, und zwar zu eben der Höhe; weil nun der Druck bey FR und SG gleich iſt; ſo muß hieraus ein Gleichgewicht erfolgen.

4. Daß es aber zu einem eben ſo hohen Waſſerſtande MZ in der ſchiefſtehenden Röhre SN ſteigen müſſe, es mag die Röhre entweder enger ſeyn, eine elliptiſche Grundfläche, deren längerer Diameter SX iſt; oder der Grundfläche der Röhre SH gleich; oder endlich größer ſeyn, und eine cirkelförmige Grundfläche von einem Durchmeſſer SG haben; ſo ſage ich, daß es in allen dieſen Fällen bis zu eben der Höhe ZM des Waſſerſtandes, ſteigen müſſe: welches denn daher klar iſt, weil eher kein Gleichgewicht in dieſen beyden Röhren erhalten werden kann, bis der Druck des flüßigen Weſens auf die Grundfläche SX, oder SG, gleich iſt; weswegen ſich denn der Druck, weil er auf beyden Seiten gleich ſtark wird, aufhebt. Denn es kann nicht anders ein gleicher Druck an jeder Seite auf eine gemeinſchaftliche Grundfläche ſtatt finden, wo nicht die Perpendicularhöhe des druckenden flüßigen Weſens, an beyden Seiten gleich iſt, weil (wie wir N. LIII. gewieſen haben) der Druck dieſer Weſen auf eine beſtimmte Grundfläche ſich beſtändig nur allein wie die Höhe deſſelben verhält.

5. Hieraus erhellet, daß ein ſolches Inſtrument, wie die Figur zeigt, gar wohl gebraucht werden könne, den waagerechten Stand, für eine geringe Entfernung, oder die Horizontallinie zu beſtimmen: weil die beyden Punkte I und M beſtändig genau in eben dieſer horizontallinie ſind. Zu dieſem Ende aber muß die Röhre SG wenig-

hen werden, welche von einem Waſſerhälter aus der höchſten Gegend der Stadt hergeleitet ſind [LXIX].

Eben

wenigſtens $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer ſeyn, damit die anziehende Kraft des flüßigen Weſens in derſelben verhindert werde. Auch muß es ſich ſehr leicht vermittelſt einer Fuge, welche an dem Theile FS angebracht iſt, bewegen können.

Tab. XVI. Fig. 8. [LXIX.] 1. Es ſey ACDB ein Gefäß mit einer Röhre FKL, und L von der Perpendicularlinie zu dem Ende hinweg gebogen, damit das Waſſer durch einen Hahn in einen Waſſerkaſten, zum Gebrauche einer Familie, gezapft werden könne. So iſt klar, daß daſſelbe bey L mit eben der Kraft herausfließen werde, als es geſchiehet, wenn es von der Höhe LO herunter fällt, wenn die Röhre bey O aufrecht ſtünde: denn an der einenSeite verhält ſich über der gemeinſchaftlichenGrundfläche K der Druck (wenn der Hahn zugeſchloſſen iſt) wie die Höhe EK, an der andern aber, nur wie LK. Der Unterſcheid alſo, EI = LO iſt die Kraft oder der Druck, mit welchem das Waſſer, durch den Hahn bey L ausfließt. Auf eben die Weiſe wird man leicht ſehen, daß ſich die Kraft, mit welcher es durch die Hähne M und N dringt, wie die Höhen HE und GE oder MO und NO verhalte, welche die Menge des über ihnen in dem Gefäße befindlichen flüßigen Weſens vorſtellen.

2. Das Fließen der Ströme oder Flüſſe beruhet auf eben dem Grunde, wie der Fall der Körper auf ſchiefliegenden Ebenen: denn das Waſſer kann ſich auf einer horizontalen Ebene eben ſo wenig bewegen, als ein feſter Körper, weil der Gegendruck einer ſolchen Ebene der Schwere der Körper genau entgegen würkt und ſie vernichtet, weswegen denn der Körper in Ruhe bleibt; es iſt aber hier die Rede von einer nicht gar großen Ebene, welche mit der Oberfläche der Erde übereinſtimmet. Betrachten wir aber eine große Strecke, durch welche das Waſſer fließt; ſo finden wir, daß ein ſolches Waſſer niemals ſtille ſtehen kann, außer, wenn der Boden des Canals allenthalben mit der Oberfläche der Erde übereinſtimmt oder ſich in derſelben befindet.

3. Es

Eben daher rührt auch das Herabflüßen des Waſſers der Flüſſe, Ströme und Canäle von ſol-
A 4 chen

3. Es ſey demnach ADF die krumme Oberfläche der Erde, C ihr Mittelpunkt, CD und CE zwo gerade Linien, welche von demſelben gezogen ſind, und EG eine Tangente der Erde in dem Punkte D. So iſt klar, daß, wenn BD einen Waſſercanal bedeutet, das Waſſer nicht fließen oder ſich bewegen kann, weil dieſe Punkte von dem Mittelpunkte der Erde C gleich weit entfernet ſind, und eben daher von der Schwere gleichen Druck leiden. Befindet ſich aber ein gewiſſer Ort E über der Oberfläche der Erde, wo Waſſer iſt; ſo muß daſſelbe in einem Canale oder Waſſergange nach einem Theile der Erdoberfläche zwiſchen B und D herunter fließen, weil ein jeder Punkt in der Linie BD, dem Mittelpunkte der Erde näher iſt, mithin unter dem Punkte oder Orte E; und ſeine Geſchwindigkeit wird um ſo viel größer ſeyn, als es dem Punkte B näher kommt, am langſamſten aber, wenn es ſich in der Strecke der Tangente ED bewegt. Tab. XVI. Fig. 9.

4. Hieraus iſt klar, daß die Quelle E eines jedweden Fluſſes oder Stroms, weiter von dem Mittelpunkte der Erde C entfernt ſeyn müſſe, als einen halben Durchmeſſer derſelben CB. Und weil alle großen Flüſſe ſich in die See oder das Weltmeer ergieſſen, welcher Punkt D ſeyn mag; ſo iſt die Linie DC ein Halbmeſſer der Erde, und beträgt ohngefähr 4000 engliſche Meilen. Auf gleiche Weiſe geſchiehet auch der Lauf ſehr langer Flüſſe nach der Richtung der Tangente in dem Punkte D, wenn ſie durch die Tangente ED vorgeſtellet werden; da denn die Höhe der Quelle E über der allgemeinen Oberfläche der Erde bey B leicht gefunden werden kann. Setzen wir alſo, ED ſey der Nigerfluß in Africa, deſſen Quelle über 3000 Meilen von der See iſt: und nehmen an, es ſey ED = 3000, ſo haben wir, weil CD = 4000, CE = 5000, und CE — CB = 1000 = BE der Höhe der Quelle über der Erdoberfläche. Weil uns aber keine Berge bekannt ſind, welche über 3 bis 4 Meilen hoch wären; ſo erhellet daraus, daß ſo wohl der Niger als andere lange Flüſſe mehr,

chen Quellen, welche über der allgemeinen Fläche der Erde oehoben ſind; wie auch das Ausflieſſen
der

mehr, ſich ſo wenig in der Tangente der Erde bewegen, daß ihr Lauf ſehr nahe mit der Krümme der Erdoberfläche übereinſtimmen, und von derſelben gar wenig abweichen ſeyn müſſe.

5. Wenn ſich nun Körper auf ſchiefliegenden Ebenen bewegen, die allenthalben nur ſehr wenig von der Horizontebene abweichen außer in ſo fern es das Reiben verhindert, und dieſes zwiſchen den Waſſertheilgen unmerklich iſt; ſo folgt, daß das Waſſer, auf einer erwehntermaaßen gelehnten Ebene, ſich zu bewegen anfangen werde; im Falle aber die Ebene gar merklich gehoben und die Menge des Waſſers ſtark iſt, ſeine Geſchwindigkeit und Bewegung auch deſto größer ſeyn, das Erdreich hinweg führen und ſich von ſelbſten einen Canal machen werde, durch welchen es fortfließt. Bey ſolchen Flüſſen aber, welche durch die Kunſt gemacht werden, pflegt man gemeiniglich vor 300 Fuß in der Länge, einen Fuß vor die Höhe oder dem Fall zu rechnen.

6. Wenn wir nun bey denen Flüſſen, welche von Natur in Bewegung ſind, einen eben ſo ſtarken Fall annehmen; ſo finden wir die Höhe ihrer Quelle über der Oberfläche der See, wie z. E. bey dem Nigerfluſſe, folgendermaaßen: wie $300 : 1 \; 5280 : \frac{5280}{300}$ = der Höhe einer Meile oder 5280 Fußen. Nun ſaget ferner: wie $1 : \frac{5280}{300} = 3000 : \frac{5280 \times 3000}{300} = 5280 \times 10$ = 10 Meilen *. Woraus denn erhellet, daß die feſten
Länder

* Worzu dieſe Weitläuftigkeit? Man darf nur rechnen : 300 : 1 = 3000 : 10; ſo iſt 10 die verlangte Höhe nehmlich über der See. Daß aber der Herr Verfaſſer behauptet, es gäbe keine Berge über 3 oder 4 Meilen hoch, und dieſen ob gleich aus der Erfahrung wahren Satz irrig auf die Bewegung der Flüſſe anwendet, rührt daher: Weil er die Höhe ver Quellen über dem feſten Lande mit deren Höhe über der See, vermengt.

der Quellen, unten oder an den Seiten der Berge, welche den Fall von Ciſternen oder Waſſer-

A 5 hältern

Länder und Inſeln weit über der Oberfläche der See liegen müſſen, wenn ihre Flüſſe den nöthigen Waſſerfall haben ſollen.

7. Es ſey A B C D der Durchſchnitt eines Hälters, B C I K der Durchſchnitt eines Waſſercanals, welcher aus jenem hergeleitet wird, und A B N die Horizontlinie. Weil nun die Waſſertheilgen eben den Druck der Schwere leiden, wie die feſten Körper; ſo verhält ſich die Geſchwindigkeit eines Theilgens auf jedweden Theile des Bodens des Canals F oder H, auf eben die Weiſe, als ob es von einer Perpendicularhöhe OF oder LH (N. XXVI. 9.) gefallen wäre, das iſt, wie $\sqrt{(OF)}$ zu $\sqrt{(LH)}$ (N. XXV. 4.) Mithin bewegt ſich der Strom mit einer beſchleunigten Geſchwindigkeit. Tab. XVI. Fig. 10.

8. Aus eben der Urſache verhält ſich die Geſchwindigkeit eines Theilgens auf dem Boden des Stroms H, zu der Geſchwindigkeit eines Theilgens in der Oberfläche G, wie $\sqrt{(LH)}$ zu $\sqrt{(MG)}$. Mithin bewegt ſich der Strom auf dem Boden mit einer größern Geſchwindigkeit, als auf ſeiner Oberfläche *.

9. Die

* Was hier behauptet wird, iſt wenigſtens nicht vollkommen wahr. Denn diejenigen Waſſertheilgen, welche ſich auf dem Boden eines Fluſſes, oder auch in einem jedweden andern Canale, bewegen, deren Bewegung iſt aus der Urſache viel langſamer, weil ſie eine viel ſtärkere Reibung leiden, als die Theilgen beyder gegen die Oberfläche des Stroms. Da nun die zunächſt über den unten liegenden Theilgen, durch die langſamere Bewegung dieſer, in ihrem Laufe gehemmet werden, und ſo beſtändig fort; ſo folgt: daß die Theilgen auf der Oberfläche eines Stroms oder fließenden Waſſers, ſich am geſchwindeſten, die aber immer weiter unten gegen den Grund befindlichen Theilgen, nach und nach langſamer bewegen; weil das Reiben zwiſchen den Waſſertheilgen nicht ſo ſtark iſt, wie zwiſchen dieſen Theilgen und dem Erdboden. Bindet man daher

hältern in den innern Theilen derſelben darüber haben, welche ihr Waſſer von dem Regen, Thaue,

9. Die Menge des Waſſers, welche durch den Durchſchnitt des Stroms GH fließt, iſt eben ſo groß, als diejenige, welche durch den Durchſchnitt des Hälters BC in eben der Zeit dringt. Eben dieſes kann von einem andern Durchſchnitte wie z. E. FE geſagt werden; mithin iſt die Menge des Waſſers, welche durch beyde Durchſchnitte des Stroms FE und GH in eben der Zeit läuft, gleich.

10. Weil hier eben dieſelbe Menge von Waſſer bey GH, als bey FE, in eben der Zeit, ausfließt, die Geſchwindigkeit bey GH größer iſt, als bey FE; und endlich die Breite des Canals allenthalben gleich angenommen wird; ſo folgt, daß die Tiefe GH geringer ſeyn, als die Tiefe FE, und mithin die Tiefe des Stroms beſtändig abnehmen müſſe, ſo wie er weiter fließt.

11. So wie nun der Strom fort fließt, und die Tiefe HG abnimmt, ſo werden auch die Linien MG und LH einander immer mehr gleich werden; und die verſchiedenen Geſchwindigkeiten des obern und untern Waſſers ebenfalls; weil ſie ſich wie die Quadratwurzeln dieſer Linien verhalten.

12. Dieſe Annäherung zur Gleichheit wird immer ſtärker, indem die obern Theile von den untern beſtändig

her zwo aufgeblehete Blaſen z. E mit einem Faden, welcher beynahe ſo lang iſt, als die Tiefe eines Fluſſes, zuſammen, und hänget an die eine derſelben ein ſo ſchweres Gewicht, daß nur die andere noch auf dem Waſſer ſchwimmen kann; ſo wird man bemerken, daß der gedehnte Faden mit dem Horizonte einen Winkel macht, ſo, daß die untere beſtändig zurück bleibt. Woraus denn erhellet, daß aus der Bewegung der Oberfläche eines Stroms allein, auf die ganze Bewegung des Waſſers, der Schluß nicht gemacht werden kann. Weswegen denn die gegenwärtige Berechnung wo nicht irrig, doch wenigſtens ungewiß iſt.

Thaue, verdickten Dünſten, geſchmolznen Schnee u. dergl. haben, deren Waſſer ſich nach- her

dig eine geſchwindere Bewegung bekommen; die untern Theile aber werden in ihrer Bewegung durch die langſamere Bewegung des obern auf ſie drückenden Waſſers aufgehalten *.

13. Weil der Unterſcheid der fallenden Geſchwindigkeiten, oder die relativen Geſchwindigkeiten, bey der Quelle des Fluſſes am größeſten ſind; ſo fällt auch das Waſſer bey demſelben am ſtärkſten, und verurſachet daſelbſt das größeſte Rauſchen.

14. Bey dem Fließen der Ströme wird die beſchleunigte Geſchwindigkeit gar bald durch den Widerſtand gleichförmig, welchen das Waſſer auf dem Grunde oder auf den Seiten des Bettes antrift, welcher Widerſtand ſich wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhält; mithin wird derſelbe gar bald ſo groß, als die beſchleunigte Kraft, und den mittlern Theilen des Stroms dergeſtalt mitgetheilt, daß der ganze Strom eine gleichförmige Bewegung bekommt.

15. Aus dieſer Urſache iſt die Bewegung des Waſſers in den Flüſſen auf dem Grunde und an den Seiten des Canals am langſamſten; weil hier der Widerſtand ſeinen Anfang nimmt, und allem übrigen Waſſer mitgetheilt wird.

16. An verſchiedenen Orten, eben deſſelben Flußes, iſt die einförmige Geſchwindigkeit da am größeſten, wo der Grund des Bettes oder Canals am meiſten abhängig iſt; weil die relative Schwere derer ſich bewegenden Theilgen daſelbſt am größeſten iſt.

17. An denen Stellen eines Fluſſes, wo die Geſchwindigkeit deſſelben am geringſten, iſt die Tiefe des Fluſſes deſto größer, und ſo umgekehrt: weil alsdenn eine größere Menge vom Waſſer durch einen ungleichen Raum dringet. Woraus denn folgt, daß die Bewegung

* In wie fern das, was hier behauptet wird, Grund hat, oder nicht, wird aus der vorhergehenden Anmerkung leicht erhellen.

her durch die zarten Löcher oder Ritzen in der Erdoberfläche hineinzieht. [LXX.]

Aus

wegung des fließenden Waſſers allenthalben gleich, oder eine beſtändige Größe ſeyn müſſe.

[LXX.] 1. Die Theorien, oder vielmehr Hypotheſen, welche man angegeben hat, den Urſprung der Quellen zu erklären, ſind zum Theil der Weltweisheit ſo wenig nützlich geweſen, daß ſie kaum verdienen, erwehnt oder widerlegt zu werden. Diejenigen, welche die Urſache der Quellen aus der See durch unterirdiſche Canäle herleiten wollen, ſcheinen entweder von den hydroſtatiſchen Geſetzen der flüßigen Weſen gar nichts zu wiſſen, oder beſtreben ſich nur, eine Lehre aus blos willkührlich angenommenen Sätzen zu behaupten.

Tab. XVI. Fig. 11. 2. Denn es ſey ECAF ein Theil der Erdoberfläche, bey A mit Waſſer bedeckt; und ABC ein unterirdiſcher Canal, durch welchen das Waſſer in die innern Gegenden nach B zu, dringt. Wenn nun B der niedrigſte Ort, oder derjenige iſt, welcher ſich dem Mittelpunkte der Erde am nächſten befindet; ſo muß das Waſſer von B nach C durch den Druck des in dem Theile AB befindlichen Waſſers ſteigen. Nachdem es aber bis C gekommen iſt, ſo muß es daſelbſt ſtille und im Gleichgewichte ſtehen. (Vermöge deßen, was wir bey N. LXIX. in den Noten dargethan haben.) Folglich kann kein Waſſer höher ſteigen, als bis C, mithin nicht bis auf die Höhe des Berges nach D, wenn es nehmlich durch den Druck geſchehen ſoll; und wir können auch keine andere Kraft in der Natur angeben, durch welche es dahin gebracht werden ſollte. Mithin dürfen wir auch nach unſerm Gefallen keine annehmen.

3. Diejenigen, welche dieſe Naturbegebenheit aus den Eigenſchaften der Haarröhrgen erklären wollen, oder annehmen, das Waſſer ſteige aus der Tiefe der See durch die poröſen Theile des Erdbodens, auf eben die Weiſe, wie in den Haarröhrgen, oder den Röhren, welche man mit Sande oder Aſche füllet, ſcheinen auf eine Haupteigenſchaft, oder Art dieſer anziehenden Kraft, nicht zu achten: denn obgleich das Waſſer in einer mit Sande gefülleten Röhre, ganz bis oben in die

Höhe

Aus dem Drucke des flüßigen Weſens kann man es leicht über Thäler und Berge hinweg lei-
ten,

Höhe ſteigt; ſo ſteigt es doch alsdenn nicht weiter, weil es durch dieſe anziehende Kraft der obern Theile geſchehen muß, wenn es höher ſteigen ſollte; weil ſich nun hier keine Theile mehr befinden, ſo kann es auch nicht höher ſteigen. Wenn alſo gleich das Seewaſſer mitten in die Gegenden des Erdbodens von der anziehenden Kraft gezogen wird; ſo kann es ſich doch deswegen in keine Ciſterne oder Höhle ſammeln *, und auf dieſe Weiſe die Quelle eines Brunnens werden.

4. Der

* Die Widerlegung, welche der Herr Verfaſſer allhier wider diejenigen beybringt, welche den Urſprung der Quellen aus den Haarröhrgen herleiten, iſt ziemlich ſeicht. Denn da die anziehende Kraft in den Haarröhrgen ſtärker wird, wie die Weite derſelben abnimmt; ſo erhellet daraus, daß die zarten Oeffnungen zwiſchen dem Sande, der Aſche, und andern lockern Erdkörpern, welche viel zarter ſind, als die Höhlen in den Haarröhrgen, ebenfalls einen viel ſtärkern Zug haben müſſen, als eben dieſe Haarröhrgen. Ueber dieſes giebt ja der Herr Verfaſſer in dem Anfange des erſten Theils dieſes Werks zu, daß das Aufſteigen des Waſſers oder Nahrungsſaftes aus der Erde in den Gewächſen, keine andere ſey, als die Eigenſchaft dieſer Röhrgen. Warum will er denn eben dieſe Eigenſchaft in dem lockern Theile des Erdbodens läugnen? Ueberdieſes ſteigt in jenen das flüßige Weſen aus der Urſache nur eine gewiſſe Strecke in die Höhe, weil ſeine Schwere der perpendicular in die Höhe würkenden anziehenden Kraft entgegen iſt, und ſie endlich gar aufhebt. Bey der Verſchiedenheit der Erdlagen aber, würkt die anziehende Kraft nicht allemal perpendicular; mithin können auch die Eigenſchaften der Haarröhrgen keinen Grund der Widerlegung abgeben, weil die innere Beſchaffenheit des Erdbodens von einer andern Art iſt, als dieſe. Endlich habe ich einsmals eine von Tuff-
ſtein

ten, wenn es in Röhren oder Hebers eingeſchloſſen und von ſtehenden Waſſern oder Waſſerhältern

tern

4. Der wahre Grund, aus welchem ſich das Waſſer der Brunnen und Quellen erklären läßt, iſt unſtreitig der geſchmolzene Schnee, das Regenwaſſer, und die verdickten Dünſte. Es haben ſich übrigens verſchiedene angelegen ſeyn laſſen, dieſe Naturbegebenheit einzig und allein aus dem Schnee und Regen zu erklären; andere aber berechnen die Menge des Regens und Schnees, welcher innerhalb einem Jahre fällt, um zu ſehen, ob dieſelbe ſo viel beträgt, als die Flüſſe wehrend eben der Zeit in die See führen; und haben gefunden, daß jenes lange nicht ſo viel beträgt, als dieſes *.

5. Daß aber, was das beſonderſte iſt, beſteht darinnen, daß ſie durch Verſuche fanden, der Regen und Schnee des Jahrs hindurch, betragen nicht mehr, als $\frac{2}{3}$ von dem, was in Dünſten in die Höhe ſteigt. Denn aus dieſen Verſuchen fand man, daß der in ein cylindriſches Gefäß gefallene Schnee und Regen einen Waſſercylinder ausmachte, welcher 19 Zolle hoch war; das in Dünſten aber verflogene Waſſer beträgt das ganze Jahr hindurch 32 Zolle. Dieſer große Unterſcheid von 13 Zollen zeigte affenbar einen andern Weg, durch welchen das Waſſer aus der See hergeleitet wird, und ſich wieder in dieſelbe ergießt **.

6. Die-

ſtein aufgeführte Mauer bemerkt, an welcher unten nahe ein kleiner Bach her floß, welcher verurſachte, daß das Waſſer 10 und mehrere Schuhe in die Höhe ſtieg, und die Mauer beſtändig naß war; aber trocken wurde, nachdem man den Bach abgeleitet hatte. Woraus denn wenigſtens ſo viel offenbar iſt: daß die Eigenſchaften der Harröhrgen nichts weniger als ein widerlegender Beweis deſſen ſind, was hier behaupten wird.

* Dieſer Irrtum iſt eine Folge aus dem, daß man die Menge des Waſſers, welches die Flüſſe wegführen ſollen, zu groß angenommen hat. S. * Seite 9, 10.

** Mithin dürfte wohl kein anderer entdeckt werden, als der durch die lockern Erdlagen, deren Würkung der anziehenden Kraft der Haarröhrgen ähnlich iſt.

tern hergeleitet wird, welche höher liegen. Weil dieſes den Alten unbekannt war, ſo ſetzten ſie ſich nicht

6. Dieſes, nebſt vielen andern Dingen, iſt der Entdeckung unſers großen Naturaliſten Halley vorbehalten; welcher, als er ſich oben auf den Gebürgen in der Inſel St. Helena, welche unter einer Breite von 16 Graden liegt, befand, und ſein Verzeichniß der ſüdlichen Fixſterne machte, (welche Gegend 800 Yarden über der Oberfläche der See liegt,) fand, daß die Menge der Dünſte, welche daſelbſt in einem Thaue herunter fielen, ſo groß war, daß ſeine Beobachtungen dadurch ſehr gehindert wurden, indem ſie ſeine Gläſer 6 bis 7 Minuten lang, auch alsdenn bedeckten, wenn die Luft am heiterſten war.

7. Hierdurch wurde er bewogen, durch einen Verſuch zu entdecken, daß die Menge der Dünſte, welche von der Oberfläche der See auf eben die Weiſe in die Höhe ſteigen, als von einem jedweden Feuer, über welchem Waſſer gekocht wird: denn es ſind noch andere Urſachen, als Wind und die Wärme der gemeinen Luft, welche darzu beytragen, daß das Waſſer ausdunſtet; wie er denn ſolches durch Verſuche beſtätigte, die er in einem engen Zimmer angeſtellt hatte, und in welchem 8 Zolle hoch Waſſer in einem Jahre ausgedunſtet war. Ueberdieſes iſt aus ziemlich gemeinen Beobachtungen klar, daß ein ſtarker Wind, in wenig Stunden ſehr viel Waſſer wegführen kann, wie z. E. in dem letztverwichenen Jänner, da der Wind verſchiedene flache Pfützen ganz und gar in einem Tage austrocknete. Auch finden wir durch Erfahrung, daß ein windiger Tag die Wege, wenn es vorher ſtark geregnet hat, trockner macht, als wenn die Sonne drey oder vier Tage ſcheint.

8. Die Abſicht unſers Halley aber war, die Menge des Waſſers zu beſtimmen, welche von der Sonnerhitze allein ausdunſtet. Er ſtellete zu dem Ende nachfolgenden Verſuch an: indem er ein Gefäß mit Waſſer eben ſo heiß machte, und ſo viel Salz hinein that, daß es dem Seewaſſer ähnlich wurde, und eben die Schwere hatte. In dieſes ſetzte er ein Thermometer, und brachte

nicht ſelten ohne Noth in große Mühe und Koſten, dieſes zu bewerkſtelligen. Hieraus laſſen ſich

brachte das Waſſer, vermittelſt eines Kohlfeuers, zu eben der Hitze, als es im heißeſten Sommer zu ſeyn pflegt *.

9. Nach-

* Dieſe Theorie des Herrn Halley iſt viel ſchlechter, als die vorhergehende, welche der Herr Verfaſſer verwirft. Denn, wenn Waſſer über dem Feuer gekocht wird, ſo werden die Theilgen des erſtern, zwar durch die Hitze in eine Bewegung geſetzt, daß ſie nach und nach zerſtäuben. Allein, ſo wie dieſes geſchiehet, ſo bemerkt man auch, daß ſie ſo gleich wieder herunter fallen, wer hiervon den Verſuch machen will, ſetze gefärbtes Waſſer über ein Kohlfeuer, und laſſe es kochen: da ſich denn deſſen zerſtäubte Theilgen, wenn man ein weißes Papier darneben legt, wieder auf demſelben zeigen. Die Erhitzung des Waſſers durch das Feuer unter demſelben, iſt nichts anders, als nur ein geringerer Grad des Kochens: mithin hat es hiermit eben die Bewandtniß, daß nehmlich die zerſtäubten Theilgen des Waſſers oder der flüßigen Weſen, ſogleich wieder herunter fallen. Wird aber durch die Sonnenwärme der ganze Luftkreis, oder ein großer Theil deſſelben, verdünnet, und dadurch ſeine anziehende Kraft vermehrt; ſo ſiehet man leicht, wie die flüßigen Weſen weit höher in demſelben hinauf ſteigen, und Regenwolken formiren können. Mit der anziehenden Kraft der verſchiedenen lockern Erdlagen hat es eine ähnliche Bewandtniß, wenn ſie ſo wohl im Winter als Sommer das Seewaſſer an ſich ziehen, es durchſeihen, ihm dadurch das Salz benehmen, es auf die höchſten Berge führen, und daſelbſt Quellen verurſachen, welche ſo wohl den Winter als Sommer hindurch gleich ſtark fließen, welches ſich aus des Herrn Halley Theorie ganz und gar nicht erklären läßt, und eben ſo wenig aus hydroſtatiſchen Gründen. Mithin iſt hiervon keine andre Urſache anzugeben, als die anziehende Kraft der unterirdiſchen lockern Erdlagen, welche ſich aus den Tiefen, bis auf die höchſten Berge erſtrecken.

ſich ferner die Begebenheiten und Eigenſchaften derer

9. Nachdem dieſes geſchehen war, ſo befeſtigte er das Gefäß mit dem Waſſer und dem Thermometer darinnen, an dem Ende deſſelben aber ein paar Waagſchalen, uud brachte es durch Gegenwichte in der andern genau ins Gleichgewicht. Hierruf fand er, daß nach einem Verlaufe von zwo Stunden, das Gewicht des Gefäßes leichter geworden, und ohngefehr der 60ſte Theil eines Zolles tief, das Waſſer in Dünſte verflogen war; mithin würde in zwölf Stunden der zehnte Theil eines Zolles ausgedunſtet ſeyn. Wobey denn zu merken iſt, daß hier nur zwölf Stunden vor die Ausdünſtung angenommen werden, weil dieſes die Länge des Tages iſt, wenn er die mittlere Länge hat; und die Nacht über eben ſo viel, wo nicht mehr Waſſer durch den Thau zurück fällt, als ausgedunſtet iſt.

10. Vermöge dieſer Vorausſetzung, dunſtet aus jeglichen 10 Quadratzollen der Oberfläche des Waſſers, täglich ein Cubiczoll Waſſers aus, welcher $253\frac{1}{3}$ Grane Troy wägt. Eben daher giebt ein Quatratfuß $\frac{1}{2}$ Nößel Waſſer, nach dem Weinmaaße gerechnet; ein jeglicher Raum von 4 Quadratfußen, einen Gallon, und endlich jegliche Quadratmeile 6914 Tonnen. Ein jedweder Quadratgrad (69 engliſche Quadratmeilen auf denſelben gerechnet.) giebt alſo 33 Millionen Tonnen. Iſt nun das Mittländiſche Meer 40 Grade lang, und 4 deren breit (da denn die geringere Breite wieder durch die größere erſetzt wird, welches alſo das geringſte iſt, was man annehmen kann); ſo dunſtet aus dieſen 160 Quadratgraden, täglich eine Menge Waſſer von 5280 Millionen Tonnen, den Sommer über, aus.

11. In dieſes Meer aber ergießen ſich nachfolgende Flüſſe, nemlich der Iber, die Rhone, die Tyber, der Po, die Donau, der Dniſter, der Boriſthenes, der Tanais und Nil. Alle die übrige Flüſſe aber haben nicht viel zu bedeuten, weil ſie nur wenig Waſſer geben. Wenn man dieſe, nebſt denen vorerwehnten, alle zuſammen nimmt, ſo bringen ſie wenigſtens zehnmal ſo viel Waſſer in das Mitländiſche Meer, als unſere Themſe giebt.

deren bald fließenden, bald wieder aufhörenden Quellen

12. Um nun die Menge des Waſſers zu beſtimmen, welche dieſer erwehnte Fluß täglich in die See führt, ſo geht Halley nachfolgendermaaßen zu Werke. Er nimmt die Breite deſſelben bey der Kingſtoner Brücke, wo man die Fluth ſelten bemerkt, zu 100 Yarden an, und die Tiefe zu 3 deren; daß alſo der Durchſchnitt des Canals 300 Yarden iſt; die Geſchwindigkeit des Waſſers aber nimmt er zu 2 Meilen in jeglicher Stunde an. Mithin fließen jegliche 24 Stunden, durch eine Länge von 48 Meilen, 84480 Yarden; folglich iſt 84480 $\times$ 300 = 25344000 Cubicyarden die Menge des Waſſers in der erwehnten Zeit: welches denn 20300000 Tonnen den Tag über ausmacht, die der Fluß in die See führt.

13. Wenn wir nun annehmen, daß ein jedweder der vorerwehnten Flüſſe 10mal ſo viel Waſſer gäbe, als die Themſe; ſo erhalten wir 203000000, oder 203 Millionen Tonnen; folglich geben ſie alle neune, 1827 Millionen Tonnen; welches nur um ein wenig mehr iſt, als $\frac{1}{3}$ derjenigen Menge (5280 Millionen Tonnen nemlich,) welche täglich aus der See ausdunſten. Die übrigen $\frac{2}{3}$ beynahe von dieſer ungeheuern Menge Waſſers, rechnet Halley für den Regen, welcher wieder in die See, wie auch für denjenigen zugleich, welcher auf das feſte Land fällt, ſich in den Erdboden ziehet, und auf den Wachsthum der Gewächſe verwendet wird.

14. Weil nun die Menge des Waſſers, welche dem mittländiſchen Meere benommen, um ſo viel größer iſt, als die, welche ihn durch die Flüſſe wieder zugeführt wird; ſo nimmt er die Urſache hiervon an, weil ſich das Waſſer wieder in die See hinein zieht, um den Mangel auf die Weiſe zu erſetzen, indem dieſer Zufluß unaufhörlich ſeyn ſoll; wovon man die Urſache vor dieſer ſeiner Entdeckung nicht angeben konnte. Auch erhellet hieraus, warum die caſpiſche See, ob ſich gleich viele Flüſſe in dieſelbe ergießen, niemals aus ihren Ufern tritt; weil nemlich das Waſſer, welches ihr durch die Flüſſe zugeführt iſt, wieder von der Sonne und

Quellen erklären, wenn man den krummen He-

und der Luft ausgetrocknet wird. Ja, die Schwürigkeit iſt auf der andern Seite, weil die Ausdünſtung um ſo viel größer iſt, als der Zufluß des Waſſers durch die Ströme, um deſto größer: denn wie wäre es ſonſt möglich, daß das Waſſer nicht merklich abnehmen ſollte, da immer mehr ausgeführt als hinein gebracht wird? welches man bisher noch nicht bemerkt hat.

15. Die ausnehmende Menge der Dünſte, welche wegen der Sonnenhitze und auf andre Weiſe in die Höhe ſteigen, werden durch die Winde ſowohl über das platte Land, als die gebürge geführt, wie z. E. zu den Pyreneiſchen, den Alpen, Appenniniſchen, Carpathiſchen, in Europa; dem Taurus, Caucaſus, Imaus, und andern, in Aſien; und dem Atlas, Mondgebürgen, nebſt andern mehrern, in Africa. Weswegen ich denn behaupte, daß die Dünſte, wenn ſie durch den Zug der Luft zuſammen gehäuft und auf dieſe Gebürge getrieben werden, wo die Luft zu leicht iſt, ſie zu erhalten, und ſie die Kälte darauf verdickt, ſie nachher in einem Regen wieder herunter fallen, und zwiſchen den Ritzen der Felſen in kleinen Strömen herunter fließen. Ein Theil von Dünſten aber ziehet ſich in die unterirdiſchen Höhlen der Berge, woher ſie denn gleichſam als in einem Kolben wieder in die ſteinernen Gefäße übergehen, die ſie antreffen. Wenn nun dieſe einmal gefüllet ſind, ſo fließt alles übrige Waſſer an den niedrigern Stellen, an den Seiten der Hügel aus, und verurſacht daſelbſt Quellen.

16. Weil viele von dieſen Quellen zwiſchen den Klüften der Berge und Felſen herunter fließen, und ſich nachher mit einander vereinigen, ſo entſtehen daraus nachher kleine Flüſſe. Verſchiedene derſelben ſammeln ſich zuweilen in einem Thale, und nachher wieder in einer Ebene, da ſie denn nicht mehr ſo ſchnell fließen, und zu einem ordentlichen Strome werden. Wenn ſich nun dergleichen Ströme wieder mit einander vereinigen, ſo entſtehen daraus ſolche Hauptflüſſe, wie der Rhein, die Rhone, Donau u. dergl. und man kann es faſt als eine Regel annehmen, daß die Größe eines

ber annimmt; wie auch die Eigenſchaft des ſoge-
nannten

Fluſſes oder die Menge des Waſſers, welches er mit ſich führt, ſich wie die Strecke und Höhe der Gebürge verhält, durch welche er gefloſſen, und wo er entſprungen iſt.

17. Dieſe ſchöne Erklärung von dem Urſprunge der Quellen und Flüſſe, iſt beynahe von der ganzen gelehrten Welt mit großem Beyfalle angenommen worden. Nun muß ich noch ein paar Worte von den verſchiedenen Arten der Quellen hinzu thun, welche ſich an dieſen oder jenen Oertern eines Landes zeigen. Zuerſt aber nachfolgendes anmerken: daß man faſt durchgehens behauptet und als erwieſen annimmt, es zeigen ſich faſt auf den Hügeln aller Berge, und zwar auf den oberſten Spitzen derſelben, Quellen. Dieſe Naturbegebenheit iſt wider alle hydrauliſche Geſetze von den flüßigen Weſen, vermöge deren ſie in einem Gefäße, wenn es mit einer Röhre verbunden iſt, genau den waſſerrechten oder gleich hohen Stand erreichen, und in keinem derſelben höher ſteigen, als in dem andern; und hiervon behauptet man nicht nur ſteif und feſt das Gegentheil, ſondern es iſt auch unſtreitig irrig. Denn ich habe ſelbſt viele von denen Bergen in dem weſtlichen, ſüdlichen und gegen Abend gelegenen Bergen in England genau unterſucht, aber niemals dergleichen Quellen entdecken können; ob ich ſie gleich öfters an den Seiten bemerket habe, und nicht weit von dem Gipfel: da ſie doch eben ſo tief unter demſelben waren, daß man hiervon die Urſache angeben konnte. Der Herr Caſwell hat ebenfalls die Hügel der Berge in Wales, auf Verlangen eines ſeiner Freunde, genau unterſucht, aber dergleichen eben ſo wenig entdecken können. Woraus ich denn die Folge ziehe, daß niemals etwas dergleichen in der Natur anzutreffen geweſen ſey, oder habe ſeyn können *.

18. Die

* Eine ſehr übereilte und irrige Folge! Wie kann er denn aus einer einzigen Gegend des Erdbodens auf die ganze Natur den Schluß machen? Will ſich der
Herr

nannten Tantalusbechers, welcher, wenn man

 ihn

18. Die meiſten Arten der Quellen, die wir bemerken, ſind 1) gemeine, welche entweder beſtändig flieſſen, und daher beſtändige Quellen genennet werden; oder wenigſtens eine gewiſſe Zeit das Jahr über: weswegen ſie denn aufhörende oder austrocknende Quellen genennt werden. 2) Abwechſelnde Quellen, oder ſolche, die zuweilen fließen, nachher aufhören, und darauf um eine beſtimmte Zeit wieder anfangen. 3) Solche, in welchen das Waſſer bald höher, bald niedriger ſteht, und eine gewiſſe Art der Ebbe und Fluth äußert, mit welchen allen es auf nachfolgende Art zugehet.

19. Es ſey ABCD der Hang eines Berges, deſſen Durchſchnitt von dem Gipfel bis zu dem unterſten Boden deſſelben, perpendicular iſt, wie die Figur zeigt. Inwendig in demſelben ſey eine Höhle FGH, welche den Ort nicht weit von dem vorſtellet, in welchem ſich das Waſſer durch die Ritzen des Berges hinein gezogen, ſich daſelbſt geſammelt und einen Canal hat, welcher bey H anfängt, an der Seite des Berges bey B heraus fließen, und daſelbſt eine Quelle verurſachen müßte, welche ſo lange zu fließen anhält, als ſie das Waſſer aus dem unterirdiſchen Teiche FGH er⸗ Tab. XVIII. Fig. 1.

hält,

Herr Verfaſſer alſo von dem Gegentheile deſſen überzeugen, was er hier behauptet, ſo darf er ſich nur zu uns nach Deutſchland, auf den Haarz, und beſonders den Blocksberg begeben, auf deſſen Gipfel er einen Teich antrifft; welcher Berg in einem Umfange von vielen Meilen an Höhe ſeines gleichen nicht hat. Giebt er aber nur ſo viel zu, daß ſich Quellen beynahe an den Gipfeln oben zeigen; ſo iſt dieſes ſchon eine Naturbegebenheit, welche ſich aus des Halley Theorie durchaus nicht erklären läßt: und er thut auch wohl, daß er hier keine dergleichen Erklärung verſucht. Woraus denn abermal erhellet, daß dieſe ſo ſehr gerühmte Halleyſche Theorie zu der verlangten Erklärung unzureichend ſey.

ihn voll geſchenkt hat, unvermerkt wieder aus-
fließt.

hält, wenn es ſo hoch ſteht als FH, daß es die Oef-
nung H erreichen kann; da denn die Quelle aufhört
oder austrocknet, wenn das Waſſer niedriger ſteht, als
dieſer Punkt. Hieraus ſehen wir die Urſache, weswe-
gen nahe an den Gipfeln der Berge Quellen entſtehen
können. Hiervon haben wir an dem Berge Lands-
down, ohnweit Bath, ein merkwürdiges Beyſpiel *.

20. Eine merkwürdige Begebenheit ſolcher Quellen,
die zuweilen beobachtet wird, beſteht darinnen: daß
ſie bey trockner Witterung fließen, bey naſſer aber wie-
derum aufhören. Dieſes aber zu erklären, dürfen wir
nur bemerken, daß, ſo lange die Witterung feucht iſt,
das Waſſer wieder in den unterirdiſchen Teich FGH
einfließt, bis ſich eine genugſame Menge wieder ge-
ſammelt hat, daß die Quelle wieder fließen kann, wel-
cher Fluß alsdenn wieder angeht, wenn die Witterung
trocken wird. Wehrend dem trocknen Wetter alſo,
zieht ſich der übrige Regen (weil dieſe Quellen vor-
nehmlich von dem Regenwaſſer herrühren,) beſtändig
wieder in den Teich, und giebt der Quelle Waſſer; ſo
bald

* Dieſe Urſache iſt nicht ganz und gar falſch; allein nicht
in allen Fällen hinreichend, die erwehnte Naturbegeben-
heit daraus zu erklären; ſondern nur in dem Falle, da
der Gipfel des Berges ſolche Ritzen oder Spalten würk-
lich hat, als hier angenommen wird. Iſt aber der
Gipfel thonigt und feſt, ſo lauft ſo wohl das Regen-
als Schneewaſſer, auf der Oberfläche des Berges her-
unter, und dringet in die Höhe des Berges FGH
nicht hinein. Geſchiehet dieſes aber gleich zum Theil,
ſo iſt doch die Menge des Waſſers in vielen Fällen
merklich zu wenig, als daß es eine ſolche Quelle ver-
urſachen könnte. Mithin iſt die Erklärung aus der
anziehenden Kraft der lockern Erdlagen noch Art der
Haarröhrgen, viel natürlicher, leichter und allgemei-
ner. Denn wenn wir einen Teich ganz oben auf dem
Gipfel des Berges annehmen, ſo läßt ſich dieſer aus
der Halleyſchen Theorie ganz und gar nicht erklären.

ausfließt. Das in die Höheſteigen des Waſſers

bald daſſelbe aber wieder ausgefloſſen iſt, die Witterung wieder feucht wird, ſo hört ſie ſo lange wieder auf, bis ſich wieder eine neue Menge Waſſer hinein ergießt, und ſo beſtändig fort.

21. Die Urſache von den aufhörenden Quellen kann man ſich auf folgende Art begreiflich machen. Es ſey IKL die unterirdiſche Höhle in einem Berge, welche ihren Zufluß von Waſſer bey I hat, wohin es von andern Gegenden geleitet wird; K aber ſey derjenige Theil, welcher niedriger liegt, wovon denn ein unterirdiſcher Canal K*k*C, das Waſſer wiederum ableitet, welcher krumm iſt, da denn daſſelbe bey C an der Seite des Berges ausfließt, und eine Quelle verurſacht. So erhellet hieraus, daß, wenn das Waſſer in der Höhle ſteigt, es in den Canal K*k*C ſo lange tritt, bis die Oberfläche des Waſſers IL eben ſo hoch iſt, als der Ort *k* des Canals liegt; da denn das Waſſer von *k* bis nach C herausfließt, welcher Punkt C, weil er niedriger iſt, als der Ort K, die ganze Höhle vom Waſſer ausleeret. Alsdenn aber, wenn dieſes geſchehen iſt, ſo hört die Quelle ſo lange zu fließen auf, bis durch den Zufluß bey I wieder ſo viel Waſſer in den unterirdiſchen Teich hinein gefloſſen iſt, daß es abermal ſo hoch ſteht, als IL; da denn die Quelle wieder zu fließen anfängt. Wobey denn voraus geſetzt wird, daß die Röhre oder der Canal KC mehr Waſſer ableitet, als bey I in den Teich einfließt. Uebrigens geht es hier auf eben die Weiſe zu, als bey dem krummen Heber, deſſen Eigenſchaft wir in den folgenden Anmerkungen erklären werden.

22. Mit denen bald ſteigenden, bald wieder fallenden Quellen hat es dieſe Bewandtniß. Es ſey MNO die unterirdiſche Höhle, in welche das Waſſer durch PM einfließt, und ebenfalls durch einen Heber K*k*O wieder abgeleitet wird, welches zum Theil aus einer andern oben liegenden Höhle IKL herunter fließt. Der Canal ND leitet das Waſſer gegen die Seite des Berges nach D, und verurſacht daſelbſt eine Quelle, weil es durch PM beſtändig wieder zufließt. Das

in den unterirdiſchen Ciſternen oder Höh-
len,

Waſſer bey D wird alſo bald ſtärker, bald ſchwächer fließen: denn wenn der Heber K*k*O ſeine Würkung äußert; ſo ſteigt die Oberfläche des Waſſers MO ſchleunig in die Höhe, und drückt auf das Waſſer bey N mit einer größern Kraft, ſo, daß es bey D geſchwinder ausfließt, mithin daſelbſt höher ſteht, wenn es eingeſchloſſen iſt, und nicht abfließen kann. Hört aber die Würkung des Hebers entweder nur auf eine Zeit, oder ganz und gar auf; ſo iſt die Bewegung des Waſſers bey D nicht ſo groß, als vorher: da denn das Waſſer, welches von der Quelle herrührt und eingeſchloſſen iſt, abnimmt oder niedriger ſteht.

23. Auf eben die Weiſe erklären wir auch das Steigen und Fallen des Waſſers in den Brunnen. Wenn wir alſo annehmen, es ſtehe in einem Brunnen an dem Fuße eines Berges bey E, niedriger, und die Tiefe des Brunnens ſey EV, ſo, daß die Quelle in demſelben bey V hinein geht, deren Waſſer entweder durch einen Canal RV, oder mehrere derſelben, von der Höhle QRS in dem Berge hergeleitet wird; oder auch von einem ſtehenden Sumpfe, Fluſſe, See u. ſ. f. ſo iſt klar, daß das Waſſer in dem Brunnen von dem Grunde V deſſelben in die Höhe ſteigen müſſe, und zwar zu einer Höhe VT, ſo, daß die Oberfläche des Waſſers bey T eben ſo hoch ſteht, als in der Höhle QS, und daher einen Brunnen macht.

24. Wenn nun dieſe unterirdiſchen Waſſerhälter in dem Berge ſich an ſolchen Orten befinden, wo Erze ſind, oder die Canäle durch ein mineraliſches Erdreich gehen, durch welches das Waſſer fließt; ſo wird man leicht einſehen, daß ſich die Theilgen des Metalles damit vermiſchen, weil ſie mit dem Waſſer hinweg geführt werden. Iſt nun dieſes mit ihnen geſättiget, ſo hat man einen mineraliſchen Brunnen. Iſt aber das Erdreich, durch welches die erwehnten Canäle gehen, entweder ſalzig, ſchwefelicht oder kalkicht u. dergl. ſo erhält man auch einen Brunnen, deſſen Waſſer ebenfalls mit dergleichen Theilgen vermiſchet iſt u. ſ. f. Beſtehet aber das Erdreich aus Schwefel- und Eiſen-
theilgen,

len, aus welchen es durch Canäle oder

theilgen, durch welche das Waſſer fließt, ſo iſt daſ-ſelbe heiß, welches denn ebenfalls von der verſchiedenen Vermiſchung dieſer Körper in der Erde herrühret. Ob nun andere dergleichen ähnliche Naturbegebenheiten nicht allemal vollkommen genau eben dieſe Urſache haben, die wir hier angeben; ſo wird man doch leicht einſehen, und niemand zweifeln, daß auch dieſe Urſachen immer mehrere Aehnlichkeit haben, je nachdem die Fälle mit dieſen hier angeführten genauer übereinſtimmen. Wer zu Peak in Derbyſhire geweſen iſt, oder zu Wookey-Hole in Somerſetſhire, und die wunderbaren Höhlen, Waſſerbehältniſſe und Ströme geſehen, womit die Natur dieſe Gegenden verſehen hat, wird ſich von allen dergleichen ähnlichen Fällen leicht eine Vorſtellung machen, und ſie erklären können.

Anmerkung.

25. Ich bemerke nur einen einzigen Einwurf, welcher der vorzüglichen Theorie des Halley gemacht werden könne, und dieſer beſtehet darinnen: daß eine Menge Waſſers, wenn ſie eben ſo ſehr erhitzt wird, als es durch die Sonnenhitze im heißen Sommer geſchiehet, in einer gewiſſen Zeit ſtärker ausdunſtet, als das tiefe Waſſer in den Seen, deſſen Oberfläche nur allein von der Sonnen erhitzt wird: weswegen denn die von dem Herrn Halley angenommene Menge des Waſſers nothwendig zu ſtark hat ausdunſten müſſen*. Worauf ich aber antworte: 1) hat man angenommen, daß die Flüſſe der See mehr Waſſer zuführen, als es würklich geſchiehet: denn kein Menſch kann ſich einbilden, daß diejenigen Flüſſe, welche ſich in das mittländiſche Meer ergießen, demſelbeu 90mal ſo viel Waſſer zuführen ſollten, als unſere Themſe giebt. 2) Erklärt Halley

* Dieſer Einwurf hat am allerwenigſten zu bedeuten. Weswegen aber die Theorie des Herrn Halley überhaupt nichts taugt, wird aus dem vorhergehenden zur Genüge erhellen.

Quellen gelanget. [LXXI.]

Von

Halley die Quellen aus der Menge der Dünſte, welche die Sonne verurſacht; wenn wir nun die Hälfte derſelben bey Seite ſetzen, und das übrige beybehalten, was durch den Wind nnd die Bewegung der See in die Höhe geführt wird, ferner dasjenige, was der Regen, geſchmolzne Schnee, u. ſ. f. gewehret; ſo haben wir Materie oder Waſſer genug, aus welchem wir die Flüſſe und Quellen herleiten und erklären können. Weil 3) die Dünſte blos von der Oberfläche des Waſſers in die Höhe ſteigen, ſo verhalten ſie ſich wie, die Stärke der Hitze, welche die bloße Oberfläche des Waſſers leidet, die ohngefehr eben dieſelbige ſeyn muß, als welche die nächſte Luft den meiſten Theil des Tages hat; mithin iſt dieſer Fall von dem Verſuche nicht ſo ſehr unterſchieden, den Halley angeſtellet hat, als man es ſich einbildet.

[LXXI.] 1. Die Eigenſchaft des krummen Hebers, welche wir im Vorhergehenden ſo oft in unſern Erklärungen gebraucht haben, wird aus Folgendem leicht erhellen. ABCD ſey ein Gefäß, in deſſen Boden die krumme Röhre BGHIK befeſtigt iſt, welche den Heber vorſtellt. Gießt man nun Waſſer in das Gefäß, ſo tritt es auch in der Röhre eben ſo hoch in die Höhe, als in dem Gefäße, ſo lange, bis es in demſelben bey FE eben die Höhe hat, als der höchſte Theil G der krummen Röhre iſt. Gießt man noch mehr in das Gefäß hinein, ſo fließt es bey G nach GH wieder herunter; von dem unterſten Punkte H ſteigt es aus der Urſache, wie vorher, wieder hinauf durch die Strecke HI, da es denn bey der Krümme I abermal herunter fällt, und durch den Theil IK bey K heraus fließt; weil dieſer Punkt K niedriger iſt, als der Boden des Gefäßes CB, oder der waſſerrechte Stand CL.

Tab. XVIII. Fig. 2.

2. Daß aber die Röhre nothwendig eben ſo hoch vom Waſſer allenthalben voll ſeyn müſſe, als das Waſſer in dem Gefäße gedruckt wird, wird aus dem leicht erhellen, was wir (N. LXIX.) beygebracht haben. Weil es aber in dem Gefäße nicht höher ſteigen kann, als in der Röhre, in dieſer aber nicht höher, als es die Krümmen G und I zu laſſen; ſo kann es auch in dem

Gefäße

Von dem Drucke des obern flüßigen Weſens erhalten wir die Erfindung eines natürlichen Spring-

Gefäße niemals höher ſteigen, als dieſe Krümmen ſind. Ferner, weil der Druck der Luft auf das Waſſer bey F E in dem Gefäße, und auf die Oeffnung bey K, gleich iſt; ſo folgt, daß, wenn die Oeffnung K in eben dem waſſerrechten Stande iſt, wie der Boden C B des Gefäßes, das Waſſer, weil es eben die Höhe E B und M L hat, durch die Oeffnung L nicht ausfließen kann, ſondern mit dem in dem Gefäße im Gleichgewichte bleiben müſſe.

3. Iſt aber endlich die Oeffnung K niedriger, als der waſſerrechte Stand, ſo hat das Waſſer bey K eine größere Höhe M K, mithin auch einen ſtärkern Druck oder Kraft. Alſo wird ihm der Druck der Luft das Gleichgewicht nicht mehr halten könnten: weswegen es denn heraus fließt, und zwar ſo lange, bis alles Waſſer aus dem Gefäße heraus gelaufen iſt; weil der Druck der Luft auf die Oberfläche des Waſſers F E macht, daß daſſelbe in der Röhre keinen leeren Raum verurſacht; welcher ſonſt in einem Theile derſelben entſtehen müßte; dieſes aber iſt widerſprechend und der Natur zuwider.

4. Denn laßt uns ſetzen, das Waſſer könne bey B nicht ſo ſtark und häufig hinein dringen, als es bey K ausfließt; ſo müßte doch eine Theilung deſſelben an einem Orte in der Röhre geſchehen, wie z. E. bey I. Wenn aber das Waſſer bey K ausfließt, ſo wird der getrennte Theil von I nach L herunter ſinken; und weil nichts in den leeren Raum zwiſchen die beyden Oberflächen des Waſſers bey I und L wieder hinein kommt; ſo muß auch der ganze Raum von aller Luft leer ſeyn, und das Waſſer in der Röhre zwiſchen B und I ſtille ſtehen, ob gleich der Druck des ganzen Luftkreiſes auf den Theil bey B würkt, auf den Theil bey I aber ganz und gar nicht, um das Gleichgewicht zu erhalten. Weil nun dieſes der Natur und Erklärung eines flüßigen Weſens widerſpricht, wie ſolches (N. LII. u. f.) erhellet; ſo ſiehet man auch leicht die Wahrheit deſſen, was wir behaupten.

5. Dieſer

Springbrunnens, welcher durch eine enge Oeffnung bey dem Boden des Gefäßes ſpringt, und beynahe, auf die angenehmſte Weiſe, eben ſo hoch,

5. Dieſer gekrümmte Heber wird gemeiniglich ein **Tantalus** genennet, und zwar von der Aehnlichkeit eines Verſuches mit einem Männgen im Glaſe, welches in eben ein ſolches Behältniß eingeſchloſſen iſt, als **Tantalus** in der Fabel, welcher, nach dem Vorgeben der Poeten, wegen ſeiner abſcheulichen Laſter, des Mordens, Siedens, und weil er ſeinen eigenen Sohn den Göttern geopfert hatte, verdammet war, daß er in einem Höllenfluſſe bis an den Kinn im Waſſer ſtunde, aber doch nicht die Erlaubniß hatte, ſeinen Durſt zu löſchen. Nun bedeutet dieſer Tantalus das Männgen in dem Glaſe, in deſſen Körper ein Heber verborgen iſt, in dem andern Schenkel, darauf er ſteht, wieder herunter geht, und von hier durch den Boden des Glaſes; wo er denn macht, daß das Waſſer heraus und in den untern Theil des Glaſes läuft, ſo bald es dem Männgen an den Kinn reicht: wodurch denn die Fabel ziemlich deutlich vorgeſtellt wird.

6. Dieſer Heber kann auch leicht in dem Griffe oder Gehänge eines Trinkgefäßes oder Bechers verborgen werden; weswegen denn ein ſolcher Becher ein **Tantalusbecher** genennt wird. Denn der obere Theil des Hänges oder Griffes iſt gemeiniglich nur ein wenig niedriger, als der obere Rand des Gefäßes, und der unterſte Theil des Griffes oder Hebers unter dem Boden deſſelben; wodurch denn beyde, der Becher und Heber, ſo verbunden ſind, daß jener von ſelbſten ausläuft, ſo bald er bis oben voll geſchenkt wird: welches denn alles aus dem vorhergehenden leicht verſtanden werden wird.

Anmerkung.

7. Die Beſchaffenheit dieſes Hebers, oder das hydrauliſche Geſetz der flüßigen Weſen, von welchem ſie abhängt, haben die Alten nicht eingeſehen: denn da wir ſo erſtaunende Nachrichten von den römiſchen Waſſerleitungen und Röhren leſen, durch welche ſie das Waſſer

hoch, als der Fall iſt; obgleich aus der Urſache nicht vollkommen ſo hoch, weil die Luft der Bewegung des Waſſers widerſtehet [LXXII].

Von

Waſſer öfters 5 bis 6 Meilen geleitet haben; ſo finden wir doch nicht die geringſte Nachricht von andern Röhren oder Waſſerleitungen, als welche horizontal oder nur etwas gegen den Horizont geneigt geweſen ſind; von dem in die Höheſteigen des Waſſers aber niemals das geringſte. Sollte nun das Waſſer durch einen Ort geleitet werden, wo es niedrig oder ein Thal war, ſo führten ſie mit erſtaunender Arbeit und Koſten einen Waſſergang, auf die Weiſe, darüber hinweg, daß ſie denſelben mit ſtarken Pfeilern und Schwibbögen, die öfters 100 Fuß hoch waren, unterſtützten. Da man doch durch eine einzige Röhre, wenn man ſie durch das Thal geführt, eben dieſes hätte erhalten können. Wenn ihnen ein Berg aufſtieß oder im Wege war, ſo finden wir, daß ſie den Waſſergang öfters, mit erſtaunender Arbeit mitten durch denſelben hindurch geleitet haben; worzu ſie ſich gewiß nicht würden entſchloſſen haben, wenn ſie gewußt hätten, daß eine über den Berg geführte Röhre, durch welche das Waſſer fließt, wenn es von einer bequemen Höhe den Fall hat, dieſes eben ſo leicht bewürke. Dergleichen Waſſerhälter ſetzen aber in der That den Gebrauch der Pumpwerke ſchon voraus, durch welche es in jene hinein geleitet wird; der Pumpen aber hatten ſie verſchiedene Arten; ſie konnten ſie aber aus der Urſache nicht anwenden, weil ſie die Theorie derſelben nicht verſtunden. Diejenigen, welche mehrere Nachricht von der Pracht einziehen wollen, mit welcher die Römer ihre Waſſerwerwerke und Waſſergänge aufgeführt haben, können entweder den Frontin, oder andere, die hiervon geſchrieben haben, nachleſen.

[LXXII.] 1. Die Theorie der natürlichen Springbrunnen beruhet auf folgenden Gründen. Wir haben gezeigt, daß das Waſſer, wenn es aus einem Behältniſſe ABCG kömmt, und durch eine Röhre EFGH herunter fällt, von dem unterſten Punkte G bis beynahe zu eben der Höhe GI ſteigt, und zwar in dem Tab. XVIII. Fig. 3.

Theile

Von dieſem Drucke der flüßigen Weſen, als deren Urſache, kennen wir leicht die verſchiedenen Bewe-

Theile GH, welcher in dem waſſerrechten Stande mit der Oberfläche des Waſſers AB in dem Gefäße oder Hälter iſt: wie auch, daß es auf ſolche Weiſe von dem Punkte G, vermöge der Kraft oder des Druckes, ſo hoch ſteigt, als das Waſſer in dem Gefäße ſteht, welches eine Höhe ſo groß wie GH iſt. (N. LXVIII.)

2. Nun wird man leicht einſehen, daß die Röhre GH nicht darzu beytragen kann, daß das Waſſer darinnen in die Höhe ſteigt; ſondern vielmehr daſſelbe verhindert, daß es hinauf ſteigt, weil ſich ſeine Theilgen an der innern Fläche deſſelben reiben. Wenn alſo der Theil GH hinweg genommen wird, ſo muß das Waſſer zu eben der Höhe bis H ſteigen, außer, wenn es durch andere Zufälle daran verhindert wird: denn bey allen Springbrunnen beträgt die Höhe GI nur etwas weniger, als GH, die Höhe der Röhre; und dieſes zwar aus folgenden Urſachen.

3 Erſtlich verurſachet die Luft dem Springen des Waſſers einen Widerſtand *; und weil wir wiſſen, daß ſich der Widerſtand der flüßigen Weſen wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten (N. LXVII. 4.) und der Abgang der Höhe wie der Widerſtand; ſo kann ein

* Dieſes iſt die Urſache eigentlich nicht. Denn die Luft drückt ſo wohl auf das Gefäß, wo der Fall herkommt, als auf die Quelle. Wenn aber das Waſſer aus derſelben heraus und in die Höhe getrieben wird, und in der Luft nicht mehr unterſtützt iſt; ſo würkt eine doppelte Kraft auf daſſelbe; die eine iſt der Druck in die Höhe, und die andere die Schwere, welcher dieſer entgegen würkt. Vermöge der Schwere hat es eine beſchleunigte Geſchwindigkeit, ſo, daß dieſe Kraft oder Schwere den Druck in dem Gefäße oder Hälter immer nach und nach vermindert. Wodurch denn die untern Theilgen immer mehr und mehr in ihrer Bewegung aufgehalten werden: welches die Urſache iſt, daß ſie nicht ſo hoch ſteigen können, als es der Fall ſonſt erfordert.

Bewegungen oder Kråfte aller Springbrunnen an den Seiten oder Bòden der Gefåße von ver= ſchiedenen

ein ſolcher Springbrunnen, welcher mit einer doppelten Geſchwindigkeit ſpringt, eine viermal grǒßere Verminderung leiden; und mit einer dreymal ſo großen Geſchwindigkeit, eine neunmal grǒßere u. ſ. f.

4. Die zwote Hinderniß iſt das Reiben an den innern Seiten des Loches oder Aufſatzes bey G; und weil dieſe ſich wie die Grǒße der Oberflåche in dem Loche verhålt, ſo betrågt ſie in einem engen Loche mehr, als in einem weiten, wenn die Grǒße des Werks gleich bleibt, oder der Zufluß des Waſſers gleich ſtark; weil der Waſſerſtrahl nach ſeiner Dicke wie das Qurdrat des Durchmeſſers des Loches zunimmt; da ſonſt der Widerſtand nur blos in der einfachen Verhåltniß des Durchmeſſers grǒßer wird. Oder ein Loch, deſſen Durchmeſſer doppelt ſo groß iſt, viermal ſo viel Waſſer durchlåßt, und doch nur einen doppelt ſo großen Widerſtand verurſachet. Dieſes iſt die Urſache, warum das Waſſer aus einem kleinern Springbrunnen nicht ſo hoch ſpringt, als aus einem grǒßern, wenn beyde einen gleichen Zufluß vom Waſſer oder den Druck aus einem gleich großen Gefåße oder Hålter haben.

5. Die dritte Hinderniß rührt daher: daß, weil alle Waſſertheilgen von G, mit gleicher Geſchwindigkeit, ausfließen, und eben dieſe Geſchwindigkeit beſtåndig vermindert wird; ſo folgt, daß die Geſchwindigkeit der untern Theile grǒßer ſey, als die Geſchwindigkeit der obern, und daher gewiſſermaaßen gegen einander ſtoſſen; durch dieſen Stoß aber, (weil ſich die flůßigen Weſen nach allen Gegenden bewegen) werden die Theilgen zur Seite geſtoßen, und der Waſſerſtrahl wird dicker, mithin auch kůrzer, als er ſonſt ſeyn wůrde.

6) Die vierdte Urſache, weswegen der Waſſerſtrahl nicht vollkommen ſo hoch ſpringt, als die Hǒhe der Gefåße oder der Hålter, woher der Druck rühret, iſt dieſe: weil das Waſſer auf der oberſten Hǒhe des Strahls nicht ſo gleich wieder gerade herunter fållt, ſondern ſich aus einander breitet, und mit ſeiner Schwere, auf das unter ihm befindliche hinaufſteigende Waſ- ſer

ſchiedenen Tiefen, unter der Oberfläche beſtimmen: denn die Bewegung der flüßigen Weſen ſo wohl, als

ſer drückt, und es hindert, daß es nicht ſo hoch ſteigt, als es ſonſt ſteigen würde. Dieſes erhellet daraus ſo gleich, wenn man nur den Strahl ein wenig zur Seite leitet, daß das obere Waſſer nicht ſo ſtark auf den untern Waſſerſtrahl drucken kann: da denn derſelbe ſo gleich höher ſteigt, ob er gleich nicht eine ſo angenehme Geſtalt hat.

7. Iſt aber die Oefnung G enger als der vierdte Theile eines Zolles, ſo kann die anziehende Kraft des Zaſammenhanges ſich durch den ganzen Körper des Springbrunnens bey dem Loche erſtrecken, und dadurch das Aufſteigen merklich hindern. Daher kann der Strahl in den kleinen Modellen, die man bey den Verſuchen gebraucht, um durch ſie die Sache zu erläutern, niemals ſo hoch ſteigen, als bey andern, weil man bey jenen gar ſehr enge Löcher gebrauchen muß. Weswegen denn alle Waſſerſtrahle bey großen Springbrunnen, dergleichen in den Gärten vornehmer Leute gefunden werden, allemal weiter ſeyn müſſen, als $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, und dieſes in der Verhältniß zu der Höhe des Waſſerhälters, wie wir ſolches im folgenden zeigen werden.

8. Wenn die Fallröhre E F G nicht die gehörige Weite hat, das Waſſer ſo ſtark zu zuführen, als es bey G ausfließt; ſo wird der Waſſerſtrahl dadurch ebenfalls aufgehalten, und ſteigt nicht zu ſeiner völligen Höhe. Die Verhältniß der Weite der Fallröhre zu der Aufſatzröhre zu beſtimmen, muß man Verſuche machen, und was in Betracht dieſes gefunden worden iſt, werden wir ſo gleich in einer Tabelle beybringen.

9. Nur eins muß man noch wiſſen, wenn das Waſſer ſo hoch, als möglich ſpringen ſoll, und dieſes beſteht darinnen: daß der Theil der Fallröhre gegen den Ausguß zu, in keinen rechten Winkel gebogen ſeyn muß, ſondern in die Krümme, das iſt, nicht wie bey G, ſondern wie bey L, wo das Waſſer bey K höher ſpringt. Denn der gerade aufrecht ſtehende Theil bey G, widerſteht dem Waſſer, wenn es von F herkommt; dahingegen

als feſten Körper wird durch das Product aus der

gen die Krümme bey L nur einen gar ſchiefen Stoß bekommt; weswegen denn ein geringerer Theil der Kraft vernichtet wird; wodurch alſo die übrige das Waſſer deſto höher treibt.

10. Aus dem, was (N. 4.) geſagt worden iſt, erhellet, daß die Oefnung des Ausfluſſes (wenn die übrigen Umſtände nemlich gleich bleiben) nicht durch eine dünne Platte gemacht werden darf, ſondern der Länge nach durch eine dichte Röhre, weil ſonſt die Größe der Fläche bey einem ſolchen Stücke, welches den Waſſerſtrahl aufhält, Urſache iſt, daß derſelbe nicht ſo hoch ſpringt. Dieſen Fehler haben viele begangen, weil ſie dieſe Kunſt nicht mit einer durch Verſuche beſtätigte Erkenntniß verbunden haben. Aus dieſer Urſache haben ſie ein ſolches kegelförmiges Stück, wie es bey M vorgeſtellet iſt, etwan einen Zoll lang, der Schönheit wegen, als einen Aufſatz ſtatt einer Platte von Metall, angeſchraubt, deren Dicke nicht ſtärker iſt, als ohngefähr der 40ſte Theil eines Zolles für einen Springbrunnen, von einer jedweden Größe ohne Unterſcheid: wodurch denn das Reiben auf den 40ſten Theil vermindert worden iſt.

11. Wenn der Waſſerſtrahl bey G heraus ſpringt, ſo iſt ſeine Geſchwindigkeit bey dieſem Punkte = $\sqrt{(FQ)}$, und alsdenn gelangt er ſo gleich zu ſeiner völligen Höhe GC; geht aber die Röhre weiter unter FG herunter bis HI, und wird alsdenn wieder perpendicular ſo weit in die Höhe gebogen, bis zu dem waſſerrechten Stande FK, und der Waſſerſtrahl ſpringt alsdenn von K aus; ſo iſt die Geſchwindigkeit, welche das Waſſer bey K, anfänglich hat, nicht ſo groß, als die Geſchwindigkeit bey dem Punkte G, das iſt, ſie verhält ſich nicht wie $\sqrt{(FQ)}$ oder $\sqrt{(QH - FH)}$; ſondern ſie iſt $\sqrt{(QH)} - \sqrt{(FH)}$, welches weniger beträgt: mithin wird die Höhe anfänglich nur KL ſeyn. Nachher aber ſteigt der Strahl immer nach und nach bis zu dem Punkte M, welcher mit C einen gleichen waſſerrechten Stand hat, ſo, daß die letzte Höhe KM der Höhe GC des Waſſerſtrahls von G, gleich wird. Tab. XVIII. Fig. 4.

12. Die Wahrheit dieſes letzten Satzes wird auf nachfolgende Art erwieſen. Das Waſſer in den Schen-

der Materie in ihre Geſchwindigkeit beſtim-
met;

keln QH und IK muß als eine Menge feſter Körper erwogen werden, die keine Federkraft haben, und deren Bewegungen, weil ſie ſich wie der Druck verhalten, in eben der Verhältniß ſind, wie QH, und IK. Da nun die beyden Geſchwindigkeiten und Mengen der Materien, die in einer gegebenen Zeit bewegt werden, ſich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen verhalten, (welches wir ſo gleich im folgenden erweiſen werden) ſo iſt $QH = \surd(QH) \times \surd(QH)$, $IK = \surd(IK) \times \surd(IK)$; und weil der Unterſcheid der Kräfte, wenn er durch die Summe der Körper dividirt wird, die Geſchwindigkeit nach dem Stoße giebt (N. XXII. 4.), welche wir x nennen wollen; ſo iſt

$$\frac{\surd(QH) \times \surd(QH) - \surd(IK) \times \surd(IK)}{\surd(QH) + \surd(IK)} = x = \surd(QH) - \surd(IK),$$

weil $\surd(QH) \times \surd(QH) - \surd(IK) \times \surd(IK) = \surd(QH) + \surd(IK) \times \surd(QH) - \surd(IK)$, welches die Geſchwindigkeit des Waſſers iſt, wenn es anfänglich von K ausfließt.

13. Weil nun die flüßigen Weſen nicht durch einen einzelnen Stoß allein in Würkſamkeit geſetzt werden, wie die feſten Körper, ſondern beſtändig angeſtoßen werden müſſen; ſo kann auch die Geſchwindigkeit des Waſſers anfänglich nicht gleichförmig, ſondern ſie muß ſo lange beſchleunigt ſeyn, bis das Waſſer in dem Schenkel IK, ſich mit eben der Geſchwindigkeit bewegt, wie das in dem Schenkel QH, wenn es zu der einförmigen Bewegung gelangt. Denn ſo wie die Geſchwindigkeit in dem Schenkel IK beſchleunigt iſt, ſo wird durch den Gegendruck des Waſſers in demſelben die Bewegung oder die Geſchwindigkeit deſſelben in dem Schenkel QH vermindert; weil es aber die Bewegung in QH nicht ganz und gar vernichten kann, ſo muß der Ueberſchuß dieſer Geſchwindigkeit einförmig ſeyn. Wie ſie ſich nun verhält, wird leicht klar, wenn wir nur betrachten, daß der Theil der Bewegung, welcher in QH durch die Gegenwürkung des Waſſers in den Schenkel IK vernichtet wird, ſeiner Bewegung, welche ſich wie IK verhält, gleich ſeyn müſſe, (weil Würkung und Gegenwürkung, einander beſtändig gleich ſind). Mithin iſt der Ueberſchuß der Bewegung in QH, $QH - IK$
$= QH$

met; bey dem ausſprützenden flüßigen Weſen aber ver=

= QH—FH = QF. Weswegen denn die letzte Geſchwindigkeit durch √(QF) ausgedrückt wird, welche der in G gleich iſt, und das Waſſer eben ſo hoch treibt; das iſt, das Waſſer ſpringt von L bis M eben ſo hoch, als von G.

14. Es ſey z. E. QH = 25 Fuß, FH = IK = 9 Fuß; ſo iſt QF = (QH—HF =) 16; mithin die anfängliche Geſchwindigkeit zu der letzten, wie √(QH)—√(IK) : √(QH—IK) (= √(QF) = √25—√9 = 5—3 = 2 : √(25—9) = √16 = 4. Mithin verhält ſich die Höhe des Waſſerſtrahls zu der letzten Höhe deſſelben KM, wie 2 zu 4. Und auf eben die Weiſe kann man die Berechnung, für eine jedwede Länge des Schenels IK, anſtellen.

15. Hier muß ich eine Tabelle beybringen, in welcher die Höhen berechnet ſtehen, auf die der Waſſerſtrahl in Decimaltheilen eines Fußes, durch den Fall in dem Waſſerkaſten oder Hälter, in Höhen von 5 Fußen bis zu 150 deren, durch den Druck getrieben wird.

Hälter	Waſſerſtrahl	Hälter	Waſſerſtrahl	Hälter	Waſſerſtrahl	Hälter	Waſſerſtrahl	Hälter	Waſſerſtrahl	Hälter	Waſſerſtrahl.
5	4,91	22	20 58	39	34,93	56	48,24	73	60,71	90	72,48
6	5,88	23	21,46	40	35,74	57	48,99	74	61,42	91	73,15
7	6,84	24	22,33	41	36,55	58	49,74	75	62,13	92	73,82
8	7,8	25	23,20	42	37,35	59	50,49	76	62,84	93	74,49
9	8,74	26	24,06	43	38,14	60	51,24	77	63,54	94	75,16
10	9,68	27	24,92	44	38,93	61	51,99	78	64,24	95	75,83
11	10,62	28	25,78	45	39,75	62	52,73	79	64,92	96	76,41
12	11,55	29	26,6[illegible]	46	40,53	63	53,47	80	65,64	97	77,15
13	12,48	30	27,48	47	41,31	64	54,20	81	66,33	98	77,81
14	13,40	31	28,32	48	42,09	65	54,93	82	67,04	99	78,47
15	14,31	32	29,16	49	42,87	66	55,6	83	67,71	100	79,12
16	15,22	33	30,	50	43,65	67	56,39	84	68,40	110	85,58
17	16,13	34	30,83	51	44,42	68	57,12	85	69,08	120	91,86
18	17,03	35	31,63	52	45,19	69	57,84	86	69,76	130	97,99
19	17,93	36	32,47	53	45,96	70	58,56	87	70,47	140	103,97
20	18,82	37	33,29	54	46,72	71	59,28	88	71,14	150	107,87
21	19,70	38	34,11	55	47,48	72	00,	39	71,81		

verhält ſich die Menge des durch die Ausgußröhre in eben der Zeit ausflieſſenden flüſ-
ſigen

16. Durch verſchiedene Verſuche, welche die Herren Mariotte, Deſaguliers und andere angeſtellet haben, hat man gefunden, daß, wenn das Gefäß 5 Fuß erhaben geweſen iſt, alsdenn eine Fallröhre von $1\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, eine Oefnung von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll erfordere, u. ſ. f., als es aus der folgenden Tabelle erhellet.

Höhe des Sammelkaſtens.	Weite der Ausgußröhre.	Weite der Fallröhre.
5 Fuß —	$\frac{1}{8}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll	$1\frac{3}{4}$ Zoll
10 — —	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ —	2 —
15 — —	$\frac{1}{2}$ — —	$2\frac{1}{4}$ —
20 — —	$\frac{1}{2}$ — —	$2\frac{1}{2}$ —
25 — —	$\frac{1}{2}$ — —	$2\frac{3}{4}$ —
30 — —	$\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ —	3 bis $3\frac{1}{2}$
40 — —	$\frac{3}{4}$ — —	$4\frac{1}{2}$ —
50 — —	$\frac{3}{4}$ — —	5 —
60 — —	1 — —	$5\frac{3}{4}$ —
80 — —	$1\frac{1}{4}$ —	$6\frac{1}{2}$ —
100 — —	$1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ —	7 bis 8 —

17. Hier iſt eine Röhre für den Springbrunnen angenommen, welcher inwendig 100 bis 150 Fuß Waſſer in dem Sammelkaſten hält; iſt aber die Fallröhre viel länger, ſo muß der Durchmeſſer größer ſeyn, als hier angegeben iſt. Für diejenigen Brunnen alſo, deren Außgußröhre $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll weit, und deren Sammelkaſten 40 bis 90 Fuß hoch liegt, im Falle die Entfernung von 150 Yarden bis zu einer viertel Meile iſt, muß der Durchmeſſer der Fallröhre 6 Zolle ſeyn; von $\frac{1}{4}$ Meile aber bis auf 2 deren, 7 Zoll haben; und von 2 Meilen bis zu 5,—8 Zolle im Durchmeſſer für eben denſelben Sprung.

18. Wenn

ſigen Weſens beſtändig, wie die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung, wie man ſolches leicht einſehen wird: weswegen denn die Bewegungen der ausflieſſenden flüſſigen Weſen, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten, oder die Menge der ausflieſſenden Materie, in einer gegebenen Zeit, ſind. Weil aber die Bewegungen die Folgen des Druckes ſind, ſo iſt klar: daß die Geſchwindigkeit oder Menge des herausſpringenden flüſſigen Weſens jederzeit wie die Quadratwurzel aus dem Drucke oder der Höhe des flüßigen Weſens ſey. [LXXIII.]

18 Wenn verlangt wird, eine Anzahl ſolcher Springquellen anzugeben, deren Weiten der Ausgußröhren gegeben ſind, und es ſollen dieſelben durch eine gemeinſchaftliche Fallröhre ihr Waſſer erhalten; ſo müſſen wir den Durchmeſſer für einen ſolchen Ausguß finden, deſſen Weite der Weite aller dieſer mit einander zuſammen gleich iſt. Hat man daher 4 Oefnungen, deren jegliche $\frac{3}{4}$ eines Zolles im Durchmeſſer beträgt; ſo iſt das Quadrat von $\frac{3}{4}$, $\frac{9}{16}$, welches, wenn es in 4 als die Anzahl der Ausgüſſe multiplicirt wird, $\frac{36}{16}$ iſt; woraus die Quadratwurzel $\frac{6}{4} = 1\frac{1}{2}$ dem Durchmeſſer für die Ausgußröhre für die 4 kleinern Ausgüſſe giebt. Eine Fallröhre von 10 Zollen im Durchmeſſer wird alſo allen kleinern Röhren oder Ausgüſſen, indem ſie nur um etwas weniger mehr als 6 mal ſo groß iſt, als der Durchmeſſer der einen weiten Röhre, die wir eben gefunden haben, das nöthige Waſſer zuführen. Auf dieſe Art können die verſchiedenen Weiten der Fallröhre vor eine jedwede andere Zahl der kleinern Strahle gefunden werden.

[LXXIII.] 1. Damit wir nun dieſe Sätze ebenfalls durch Zeichen ausdrücken, ſo wollen wir ſie durch ſolche deutlicher machen, und zugleich geſchickter einrichten. Es flieſſe demnach das Waſſer, an der Seite eines Gefäßes, durch zwo verſchiedene Oefnungen B und E aus, Tab. XV. Fig. 6.

Hieraus iſt klar: daß die Geſchwindigkeit dieſes ausflieſſenden flüſſigen Weſens, in ei-
ner

E aus, welche unter der Oberfläche A ungleich tief liegen; ſo wird ſich die Bewegung des ausflieſſenden Waſſers, wie diejenige Kraft verhalten, durch welche es heraus getrieben wird; dieſe aber beſtändig, wie die Höhe des flieſſenden Weſens. Mithin iſt die Bewegung des Waſſers bey B und E, wie AB zu AE, welche beyden Größen wir durch m und M vorſtellen wollen. Hiernächſt ſeyen v und V die Geſchwindigkeiten, mit welchen das Waſſer ausfließt; q und Q aber die verſchiedenen Mengen des in eben der Zeit aus den Oefnungen B und E flieſſenden Waſſers; ſo haben wir $m = vq$, und $M = VQ$. Mithin iſt $\frac{m}{q} = n$, und $\frac{M}{Q} = V$.

2. Nun muß ſich aber die Menge des durch eine gegebene Oeffnung in einer gewiſſen beſtimmten Zeit ausflieſſenden Waſſers, nothwendig wie die Geſchwindigkeit verhalten, mit welcher es ausfließt: denn je größer dieſe iſt, deſto größer iſt auch die Anzahl der Theilgen, welche zu eben dem Punkte in gleicher Zeit gelangen, oder deſto größer iſt auch die Menge des Waſſers, welches durch die Oefnung fließt, wie man ſolches leicht einſehen wird. Mithin haben wir $q : Q = v : V = \frac{m}{q} : \frac{M}{Q}$; und $\frac{M}{Q} \times q = \frac{m}{q} \times Q$: oder $Mqq = mQQ$; weswegen denn $m : M = qq : QQ$ ($= vv : VV$; wie aus der Verhältniß der Wurzeln erhellet). Folglich $q : Q = v : V = \sqrt{m} : \sqrt{M} = \sqrt{(AB)} : \sqrt{(AE)}$.

3. Wenn alſo $AB : AE = 1 : 4$, ſo iſt die Geſchwindigkeit bey E doppelt ſo groß, als die Geſchwindigkeit bey B, und die Menge des bey E ausflieſſenden Waſſers noch einmal ſo groß, als die, welche bey B in einer Minute, oder einer andern gegebenen Zeit, ausfließt. Wenn $AE = 9AB$; ſo iſt die Geſchwindigkeit
und

ner gegebenen Tiefe, unter ſeiner Oberfläche, der Geſchwindigkeit eines ſchweren Kör=

C 4 pers

und Menge des Waſſers bey E dreymal ſo groß als bey B u. ſ. f.

4. Hieraus erhellet die Geſchwindigkeit des heraus=ſpringende flüßigen Weſens, wie auch eines ſchweren Körpers gar leicht, welche beyde erlangen, wenn ſie von der Oberfläche des Waſſers A bis zu der Oefnung B oder E (in einem luftleeren Raume nemlich) herunter fallen: indem dieſelbe in beyden Fällen gleich iſt, weil ſie $\sqrt{(AB)}$ oder $\sqrt{(AE)}$ gleicht. (N. XXI. 4.)

5. Wenn alſo ABDE ein Gefäß voll Waſſer iſt, deſſen Oberfläche AB vorſtellen mag, und man alsdenn die Parabel DCE über dem Boden des Gefäßes DE, und bis zu der Höhe des Waſſers C, beſchreibt; ſo drücken die Ordinaten derſelben *ac*, *df*, *gi*, *km* und ED die Geſchwindigkeiten aus, mit welcher das Waſſer aus den Löchern G, I, L, N, D, welche durch die Seite des Gefäßes gemacht ſind, heraus ſpringt, welche Löcher mit den zugehörigen Ordinaten im waſſerrechten Stande ſind: und zwar aus der Urſache, weil ſich dieſe Ordinaten wie die Quadratwurzeln aus den Abſciſſen, C*b*, C*c*, C*h*, u. ſ. f. verhalten, das iſt, wie die Quadratwurzeln der Höhe des flüßigen Weſens über den Löchern. Wenn alſo $Cl = 4Cb$, ſo iſt $ac : km = \sqrt{(Cb)} : \sqrt{(Cl)} = 1 : 2$ = der Geſchwindigkeit des von C ausſpringenden Waſſers, wie ſie ſich zu der Geſchwindigkeit desjenigen verhält, welches durch N heraus fließt. Und ſo in allen übrigen Oertern. Tab. XVIII. Fig. 5.

6. Iſt alſo AB die Achſe der Parabel $= \frac{1}{2}$BC als der größeſten halben Ordinate derſelben; ſo iſt B der Brennpunkt, und BC der halbe Parameter der Parabel. Weil nun das Waſſer, oder ein anderer ſchwerer Körper, wenn er von der Höhe AB herunter fällt, oder das Waſſer in einer Tiefe von AB unterhalb der Oberfläche herausſpringt, bey B eine Geſchwindigkeit bekommt, welche, wenn ſie einförmig bleibt, den Körper durch 2AB oder BC bewegt; und ein Körper, in einer Zeit von einer Secunde, 16 Fuß fällt; ſo folgt: daß, wenn wir AB in 16 gleiche Theile, und BC in Tab. XV Fig. 6. Tab. XVII. Fig. 1.

32 de=

pers gleich iſt, welche er erlanget, wenn er von eben der Höhe fällt; und dieſes aus der Urſa-

32 deren theilen, und durch einen jeglichen Theilungspunkt die Ordinaten gegen die Achſe A B ziehen, zu jeglichen ſolchen Punkt auf B C aber eben dergleichen Perpendicularlinien; ſo werden dadurch die einförmigen Geſchwindigkeiten deutlich vorgeſtellet, welche durch jeglichen Fall oder Waſſerſtrahl erhalten werden, wenn derſelbe von einer Höhe von 16 Fuß den Fall hat.

7. Dieſe Geſchwindigkeiten werden durch ihre zugehörigen Ordinaten vorgeſtellet, ihr Maaß aber in Fußen durch die Perpendicularlinien in der Scala B C auf dem Boden. Daher giebt z. E. ein Fall von 4 Fuß eine einförmige Geſchwindigkeit von 16 Fuß in einer Secunde; ein Fall von 9 Fuß aber deren 24 u. ſ. f. Mithin können die Zeiten des Falles, weil ſie ſich wie die Ordinaten verhalten, in einer andern Scala, von 60 Tertien (weil deren 60 eine Secunde machen) auf der Grundfläche ausgedruckt werden: Die Verwirrung aber zu vermeiden, habe ich die Scala der Zeiten auf die Krümme der Parabel getragen: wodurch denn eine jedwede Frage, welche entweder die Zeit, Geſchwindigkeit, oder Höhe des Falles, oder Sprung des Waſſers betrift, wenn derſelbe unter 16 Fuß iſt, durch die bloße Betrachtung der Figur, gar leicht beantwortet werden kann, und zwar ſo genau, als es nur ein practiſcher Fall erfordert, obgleich in demſelben viele Genauigkeit nöthig iſt.

8. Auf eben die Weiſe kann eine Parabel für alle Höhen bis auf 100 Fuß verzeichnet werden; dieſes aber überlaſſe ich dem Leſer; was ich indeſſen hier geliefert habe, wird beynahe in allen vorkommenden gemeinen Fällen hinreichend ſeyn. Eine ſolche Scala aber iſt in Büchern von dieſer Art höchſt nöthig, und überhebt uns der Nothwendigkeit, zu ſolchen Tabellen unſere Zuflucht zu nehmen, welche wir hier und da in weitläuftigen hydroſtatiſchen Abhandlungen finden, wie z. E. in des Herrn Belidor ſeinen und andern mehr. Endlich iſt auch noch zu merken, daß die Ordinaten dieſer Parabel, die Längen eines Cylinders oder Waſſerſeule

Urſache, weil, wie wir bemerkt haben, ſich dieſe Geſchwindigkeit beſtändig wie die Quadratwurzel aus dem durchgefallenen Raume verhält. Beſchreiben wir alſo über der Höhe des flüßigen Weſens AK, als dem Durchmeſſer, den halben Zirkel AFK; und ziehen von einem Punkte in demſelben die Perpendicularlinie IH; ſo verhält ſich dieſe, wie die Entfernung, durch welche das flüßige Weſen aus der Oefnung H ſpringt: denn die Geſchwindigkeit iſt, wie die Quadratwurzel von AH, die Zeit aber, wie die Quadratwurzel aus HK; weswegen denn das Product dieſer beyden, ſo wohl den durchgelaufenen Raum ausdrückt, durch welchen der Körper geworfen, geſtoßen oder getrieben iſt, als auch die Linie HI: wie ſolches den Geometern zur Genüge bekannt iſt. Tab. XV. Fig. 6.

Hieraus folgt: daß ein flüſſiges Weſen, wenn es aus dem Mittelpunkte des halben Cirkels durch die Oefnung *D* dringt, oder den Mittelpunkt der Höhe *AK*, durch die möglichſt größeſte horizontale Weite *KM* getrieben wird; weil die Perpenticularlinie FD die größeſte iſt, welche gegen den Durchmeſſer AK gezogen werden kann. Eben ſo klar iſt auch, daß aus zwey Löchern B und H, welche gleich weit entweder über oder unter der mittlern Höhe D ſind, der Waſſerſtrahl durch eine gleich weite horizontale Entfernung KN getrieben werden müſſe; weil die

ſerſeule ausdrücken, welcher aus der Ausgußröhre bey einer jedweden dieſer Tiefen, in jeder Secunde, herausſpringt: weil ſich dieſe Cylinder wie die Geſchwindigkeit an einem jedweden der zugehörigen Oerter verhalten.

Perpendicularlinien zu dieſen beyden Punkten, CB und IH nemlich, einander gleich ſind.

Ueberdieſes iſt die horizontale Weite KM, durch welche das Waſſer von dem Mittelpunkte D ſpringt, dem Durchmeſſer oder der Höhe AK gleich, oder doppelt ſo groß, als DF. Denn weil die Geſchwindigkeit des Waſſerſtrahls bey Q derjenigen Geſchwindigkeit gleich iſt, welche durch den Fall von einer Höhe AD oder DK erlangt wird; ſo wird ſie, wenn ſie einförmig bleibt, das flüßige Weſen in einer horizontalen Richtung durch einen doppelt ſo großen Raum, DK oder DF, in eben der Zeit treiben. Weil alſo die Entfernungen oder Weiten des Waſſerſtrahls von D und B, ſich wie DF zu BC verhalten, und die Weite des Waſſerſtrahls von D doppelt ſo groß iſt, als DF; ſo iſt auch die Weite des Strahls von B ebenfalls doppelt ſo groß, als BC, oder KN = 2BC [LXXIV].

Nur

Tab. XV. Fig. 6. [LXXIV.] 1. Die Geſchwindigkeit des flüßigen Weſens, welches bey B ausfließt, war, wie wir geſehen haben, $\sqrt{(AB)}$, und die Zeit, welche erfordert wurde, ſich in einer horizontalen Richtung zu bewegen, verhält ſich wie $\sqrt{(BK)}$: weil dieſe alsdenn die Zeit ausdrückt, wenn daſſelbe nach K in der Perpendicularlinie BK, herunter fällt (N. XXV 4.). Ob es aber gleich nicht in dieſer Linie herunter fällt, ſondern von B nach einer horizontalen Richtung fortgeſtoßen wird, ſo gelangt es dadurch nicht ſpäter zu der Horizontallinie, ſondern bewegt ſich nur durch einen andern Zug, wie ſolches aus dem klar iſt, was wir in den Noten zu N. XXIII. beygebracht haben. Mithin verhält ſich die Zeit, in welcher es in N auf den Boden fällt, wie $\sqrt{(BK)}$, das iſt, wie die Quadratwurzel aus der Höhe des Sprunges BK.

2. Nun aber müſſen die Weiten oder Raume, welche das ausſpringende Waſſer in der horizontalen

Strecke

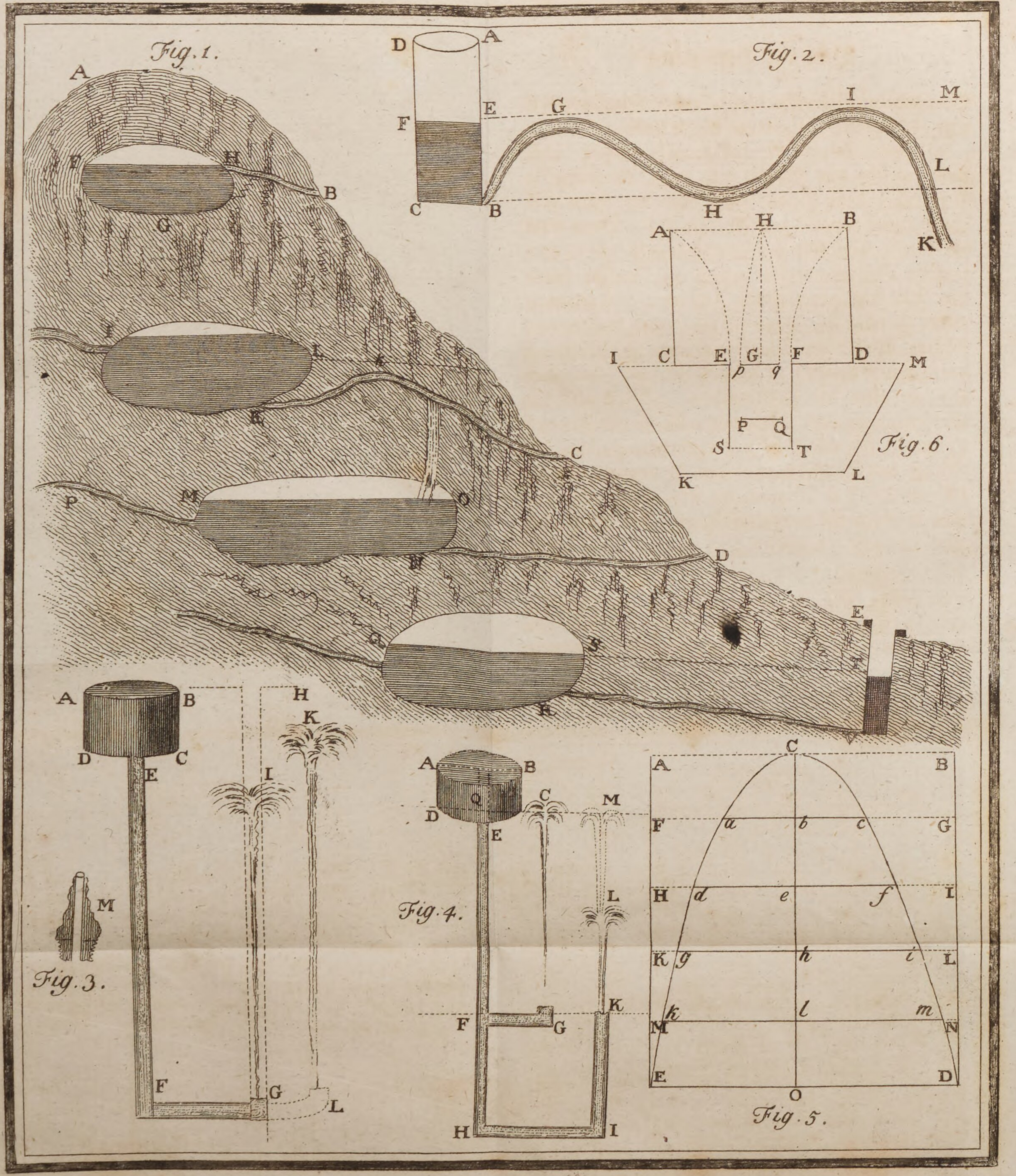


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.

Nur muß ich noch ferner, wegen des ſpringenden Waſſers anmerken, daß der Strahl durch das

Strecke durchläuft, aus der Urſache als gleichförmig erwogen werden, weil dieſe Bewegung von einem einzigen Stoße herrührt: denn ein Waſſertheilgen, nachdem es einmal vermittelſt des Druckes durch den Hahn ausgeſtoßen iſt, leidet alsdenn keine Gewalt von dem in der Röhre befindlichen und drückenden Waſſer mehr; weswegen denn ſeine Geſchwindigkeit nach der Strecke BC einförmig iſt. In allen einförmigen Bewegungen aber, verhalten ſich die durchgelaufenen Raume, wie die Rechtecke oder Producte der Zeiten in die Geſchwindigkeiten, oder wie $\sqrt{(AB)} \times \sqrt{(BK)}$; dieſes Rechteck aber verhält ſich ebenfalls wie die Linie BC *.

3. Denn man ziehe die Linien AC und CK, ſo iſt klar, daß das Dreyeck ACK, dem Dreyecke BCK ähnlich ſey, weil die Winkel ACK und CBK rechte Winkel ſind, und der Winkel CKB beyden Dreyecken gemein iſt. Mithin iſt $AC : CK = BC : BK$. Auf eben die Weiſe zeigen wir, daß ACK dem Dreyecke ACB ähnlich ſey; folglich auch $AC : CK = AB : BC$; mithin $AB : BC = BC : BK$; und daher $AB \times BK = (BC)^2$. Endlich auch $BC = \sqrt{(AB \times BK)} = \sqrt{(AB)} \times \sqrt{(BK)}$. Tab. XIX. Fig. 1.

4. Weil nun der Raum, welchen das flüßige Weſen in der Horizontalſtrecke beſchreibt, wie auch die Linie BC, beyde einer einzigen Größe gleich ſind (nemlich $\sqrt{(AB)} \times \sqrt{(BK)}$; ſo müſſen ſie auch einander gleich ſeyn; und die horizontale Weite eines Waſſerſtrahls wie z. E. B, wird ſich allemal wie die Linie BC verhalten; der Strahl von D, wie DF. u. ſ. f.

5. Weil nun D in dem Mittelpunkte des Cirkels AFK angenommen, ſo wird ihm die Geſchwindigkeit bey D (als

* Nicht wie die Linie BC, ſondern deren Quadrat oder $(BC)^2$: Die Linie AC aber verhält ſich, wie die mittlere Proportionallinie zwiſchen AB und BK; und eben dieſes iſt es auch, was der Herr Verfaſſer im Folgenden beweiſt.

das bloße Loch in dem Gefäße bey P, Q oder R, weiter ſpringen wird, als durch den Aufſatz oder Hahn (als eine einförmige,) durch einen doppelt ſo großen Raum AD = 2DF = DP, in der horizontalen Richtung oder Linie DP, treiben, wie aus N. XXV. 7. erhellet; weil die Theilgen des flüßigen Weſens eben die Geſetze der Bewegung beobachten, wie die größern Körper. Wenn ſich daher das flüßige Weſen gleich nicht in der Richtung oder Linie DP bewegt, ſo ſprützt es doch eben ſo weit von der Perpendicularlinie DK auf dem Horizonte; weil DK = AD, oder die perpendicularen Raume, und mithin die Zeiten des Falles, gleich ſind. Weswegen denn, weil die horizontalen durch die Waſſerſtrahlen von D und B beſchriebenen Entfernungen, ſich wie DF und BC verhalten, und die horizontale Weite des Waſſerſtrahls von D, 2DF = DP = KM; mithin die horizontale Weite des Waſſerſtrahls von B = 2BC = KN iſt.

6. Aus dem, was bisher geſagt worden, wird man leicht ermeſſen, daß die Bewegung eines ſpringenden flüßigen Weſens, beſtändig der Bewegung eines geworfenen feſten Körpers gleich ſey. Die Spur des flüßigen iſt alſo ebenfalls eine Parabel, weil zwo Kräfte auf ihn würken, die eine nach der horizontalen Strecke, die andere aber, als die Schwere, perpendicular gegen den Horizont; eben wie wir ſolches bey den geworfenen feſten Körpern gewieſen haben. Der Stoß des Waſſerſtrahls bey B, D, H, E, iſt die Höhe des Gefäßes oder Hälters, AB, AD, AH, AE; die größeſte horizontale Weite KM, iſt die, wenn der Strahl von D ausfährt, und gegen den Mittelpunkt F des halben Cirkels gerichtet iſt; jegliche zween Waſſerſtrahle B und H aber, welche von dem Mittelpunkte D gleich weit weg ſind, werden gleich weit auf der Horizontallinie getrieben, und die Weite ihres Sprunges iſt KN. Wenn die Ausgußröhre horizontal gerichtet iſt, ſo beſchreibt der Strahl eine halbe Parabel; wenn er aber ſchief aufwärts ſteht, eine ganze Parabel. Welches alles, wie wir bereits bemerkt haben, Eigenſchaften der Bewegungen der feſten geworfenen Körper ſind.

Hahn PB, wenn derſelbe in den Löchern befeſtigt iſt, und noch weiter, nachden der Hahn kürzer und

ſind. Ein Waſſerſtrahl beſchreibt übrigens wehrend ſeiner ſchiefen Bewegung, eben diejenige krumme Linie im kleinen, welche eine Kugel durchläuft, wenn ſie aus einem Schießgewehre geſchoſſen wird.

7. Eine genauere Anwendung von dieſem aber zu machen, ſey ABCQL ein Sprigbrunnen mit ſeiner Fallröhre, mit einem Gewinde verſehen, und dergeſtalt beweglich, daß man ihr verſchiedene Lagen geben kann; wie z. E. gerade in die Höhe, wie bey I, eine ſchiefe, wie bey K, und horizontale, als bey L. In dem erſten Falle geht alſo der Sprung gerade in die Höhe nach D, und die Höhe ID iſt der Sprung, Schuß, oder das Maaß der Kraft der Maſchine, mit welcher ſie das flüßige Weſen ausſtößt. Hat der Aufſatz die ſchiefe Lage, wie bey K, ſo beſchreibt der Waſſerſtrahl die Parabel KFH; iſt er aber horizontal geſtellet, wie in L, die halbe Parabel LN. In dieſem letzten Falle verhält ſich $LM : MN = MN : \frac{(MN)^2}{LM}$ = dem Parameter der Parabel LN, wenn ſie beſchrieben wird. Tab. XIX. Fig. 2.

8. Wir haben aber gewieſen, daß der Stoß ID oder Kraft, mit welcher die Parabel beſchrieben worden, dem vierten Theile des Parameters gleich ſey (N. XXXII. 12.). Mithin iſt ID beſtändig $= \frac{(MN)^2}{4LM}$; folglich $4LM : MN = MN : ID$. Wenn wir alſo einen Waſſerſtrahl ſehen, und wollen wiſſen, wie hoch der Hälter gelegen ſey, von welchem der Strahl den Fall hat; ſo können wir dieſe nach der vorhergehenden Proportion oder Regel de tri leicht finden; weil die drey erſten Glieder beſtändig gegeben ſind, oder leicht gemeſſen werden können.

9. Auf dieſe Weiſe können wir auch die Kraft beſtimmen, mit welcher das flüßige Weſen heraus geſtoßen wird, wenn wir gleich den Sammelkaſten oder Druck

und ſeine Oefnung weiter iſt. Wenn man aber eine Röhre perpendicular in dem Boden des Gefäßes

Druck deſſelben nicht ſehen können, ſondern nur die Würkung auf das flüßige Weſen bemerken; wie z. E. die Kraft, mit welcher der Urin hinweg getrieben wird; oder auch das Geblüt aus den Adern oder Arterien fließt, wenn ſie geöffnet werden; die Kraft, mit welcher der Chylus aus ſeinem Behältniſſe durch den Bruſtcanal der linken Armader in die Höhe ſteigt; oder auch das Blut von den unterſten Theilen des Körpers zu dem Herzen getrieben wird. Kurz, man kann nichts bey den thieriſchen Körpern wohl verſtehen, wenn einem die hydrauliſchen Geſetze von den flüßigen Weſen unbekannt ſind: denn der menſchliche oder thieriſche Körper iſt die allerkünſtliche hydrauliſche Maſchine in der ganzen Natur.

10. Ein merkwürdiges Beyſpiel von dem Nutzen der Hydraulik in Betracht dieſes, muß ich aus dem vortrefflichen Verſuche des D. Hales in ſeiner Hämaſtatik, beybringen. Derſelbe ließ eine Stute binden und umwerfen, öffnete ihr die linke Cruralarterie, in welche er eine metallene Röhre ſteckte, und an dieſe eine Glasröhre befeſtigte. Hierauf ſchnitt er die Bande, mit welcher die Arterie vorher gebunden war, durch, da denn das Blut in der Röhre ſo gleich ohngefehr 4 Fuß hoch ſtieg, und immer zu ſteigen fortfuhr, bis es 8 Fuß und 3 Zolle hoch ſtund. Mit einem Wallachen machte er eben den Verſuch, und das Blut ſtieg 9 Fuß 8 Zolle: dieſer Verſuch geſchahe mit eben der Arterie wie vorher. In dem Körper einer andern Stute befeſtigte er ebenfalls eine metallene mit einer Glasröhre verbunde, in dem Einſchnitte nemlich, den er durch die linke Halsader gemacht hatte, und das Blut ſtieg $4\frac{1}{2}$ Fuß. Hierauf befeſtigte er ſie in dem linken Aſte, welcher von der Rückgradader herkommt; und das Blut ſtieg hier 9 Fuß 6 Zolle in die Höhe. In der Arterie einer Ziege bemerkte er, daß es 4 Fuß und 2 Zolle hoch ſtieg; bey einem Hunde 6 Fuß 8 Zolle; bey einem Schaafe 6 Fuß $5\frac{1}{2}$ Zolle; und er muthmaßte

fäßes befeſtigt, ſo wird das Gefäß durch dieſelbe eher erledigt, als durch das bloße Loch, und allemal

te hieraus wahrſcheinlicher Weiſe, daß es bey einem Menſchen auf 7 Fuß 6 Zoll ſteigen müßte.

11. Um nun die Kraft zu beſtimmen, mit welcher die linke Herzkammer bey der vorerwehnten erſtern Stute das Blut von ſich triebe, ſo fand Herr Hales, vermittelſt des eingeſprützten Wachſes, daß die Weite der Herzkammer 10 Cubiczolle hatte, und die Fläche der innern Seite 26 Quadratzolle; ferner der Flächenraum des größeſten Durchſchnittes der Herzkammer von oben an, bis zu dem unterſten Theile mitten durch, war 6,83 Quadratzolle. Mithin der ganze Druck auf die innere Fläche der Herzkammer 26 × 114 = 2964 Cubiczolle (LIV, 10, 11.). Ueber dieſes war das Gewicht oder der Druck niederwärts 6,83 × 114 = 778,63 Cubiczolle, das iſt, das Produkt aus der Höhe in den Flächenraum des größeſten Durchſchnittes der Herzkammer.

12. Nun wägt aber ein Cubiczoll Blut 267,7 Grane; weswegen denn 2964 × 267,7 = 113,22 lb. Averdupois, wenn dieſes lb. zu 7008 Granen gerechnet wird; welches daher die Kraft des Druckes auf die innere Oberfläche der Herzkammer iſt, wenn ſie ſich erweitert. Ferner iſt 6,83 × 114 = 29,7 lb. = der Kraft des Gewichts, oder Stärke der Bewegung des Bluts, welche die Muſkularfibern der Herzkammer aushalten müſſen, wenn ſie eine ſolche Höhe von Blut auf einer ſo großen Fläche oder Grundfläche unterſtützen wollen.

13. Die Geſchwindigkeit des Bluts, indem es in die Aorta geht, wird auf folgende Weiſe berechnet: die Herzkammer treibt bey einer jedweden Zuſammenziehung 10 Cubiczolle Blut aus, und der Flächenraum des Durchſchnittes in die Quere der Aorta neben dem Herzen, iſt 1,036. Mithin $\frac{10}{1,036}$ = 9,64 Zolle = der Länge eines Cylinders vom Blut, welcher entſteht, wenn es durch die Oeffnung der Aorta bey einer jedweden Zuſammenziehung der Herzkammer geht. Nun wird aber dieſelbe 36mal in einer Minute bey einem Pferde

mal deſto eher, je länger und breiter dieſe Röhre iſt. [LXXV.]

II. Die

Pferde zuſammen gezogen, (weil nemlich der Puls bey einem ſolchen Thiere ſo oft ſchlägt,) oder 2160mal in einer Stunde; 9,64 × 2160 = 20819,4 Zolle, oder 1734,9 Fuß aber werden alſo in einer Stunde hindurch gehen, wenn die Zeit des Zuſammenziehens der Herzkammer der Zeit zwiſchen zween Pulsſchlägen gleich wäre. Sie beträgt aber nur den dritten Theil dieſer Zeit. Mithin iſt 3 × 1734,9 oder 5204,7 Fuß, die Geſchwindigkeit in jeder Stunde, oder eine Meile beynahe, oder auch 86,7 Fuß in einer Minute.

14. Dieſe Geſchwindigkeit aber wird durch die Zertheilungen und fernern Theilungen der Arterie in unzehlige Zweige dergeſtalt vermindert, daß ſie in denen ſo ſehr zarten Gefäßgen beynahe ganz und gar vernichtet ſeyn müßte, wo nicht noch andere Kräfte hinzu kämen, durch welche ſie erhalten und wieder vermehrt würde; dieſe aber ſind die Gegenwürkung der elaſtiſchen Häutgen der Arterien, die anziehende Kraft des Zuſammenhanges, und vielleicht auch eine electriſche Kraft, welche aus dem beſtändigen Reiben entſteht, und ſich durch das ganze Syſtem der Arterien und Adern erſtreckt.

Tab. XIX. Fig. 3. [LXXV.] 1. Es ſey AB ein Gefäß mit Waſſer, welches unten durch ein in den Boden gemachtes Loch, anfänglich mit einer Geſchwindigkeit ausläuft, welche ſich wie die Höhe AC verhält; die aber mit der Höhe des Waſſers beſtändig ſo lange abnimmt, bis das Gefäß ganz und gar ausgelaufen iſt. Wenn nun ein anderes Gefäß NK, welches dem eben erwehnten gleich iſt, unten in ſeinem Boden eine Röhre LM hat; ſo wird das Waſſer bey M mit einer Geſchwindigkeit herauslaufen, welche ſich wie die Höhe des Waſſers IM verhält. Mithin das Gefäß NK von dem Waſſer eher erlediget werden, als das Gefäß AB. Hat nun ein drittes Gefäß EH, einen gleichen Durchmeſſer mit den beyden vorhergehenden NK und AB, und eben die Länge, wie das letztere mit ſeiner Röhre; ſo wird

die

II. Die zwote Urſache von dem Steigen oder Bewegung der flüßigen Weſen iſt der Druck der Luft

die Oberfläche des Waſſers in einem jedweden derſelben, mit einer gleichen Geſchwindigkeit erniedriget; die in EH aber wird bald größer werden, als in NK, weil die Höhe des Waſſers eben ſo hoch iſt und einen freyern Ausfluß bey dem Boden hat, welcher mit keiner engen Röhre verſehen iſt, wodurch der Ausfluß gehemmet wird.

2. Die Theorie des durch ein in den Boden des Gefäßes ABCD gemachtes Loch EF ausfließenden Waſſers, iſt gar beſonders, und kann auf folgende Art erklärt werden. AB iſt die Oberfläche des Waſſers, oder Durchmeſſer der obern Oefnung des Gefäßes; und weil das Waſſer von der Oberfläche zu dem Loche EF herunter ſinkt, ſo muß es ſich in einer körperlichen Figur bewegen, deren Geſtalt AMEFNB iſt, welches der Strudel oder Fall des herunterſinkenden Waſſers iſt. Die Natur dieſer krummen Linie AME oder BNF wird auf nachfolgende Weiſe beſtimmet. Tab. XIX. Fig. 4.

3. Die bewegende Kraft des Waſſers iſt allenthalben gleich (N. LXIX. 17.), nemlich bey AB, MN oder EF; auch verhält ſich die Geſchwindigkeit bey MN oder EF, wie $\surd(HR)$ oder $\surd(HG)$ (N. LXXIII.). Nehmen wir nun MN für eine Ordinate der krummen Linie AME an, und ſetzen $MR = y$, $HR = x$; ſo iſt, (weil die Menge des bey MN in einer gegebenen Zeit herunter fließenden Waſſers, ſich wie der Flächenraum oder das Quadrat des Durchmeſſers, nemlich $(MN)^2$, oder yy verhält, und ferner die Geſchwindigkeit wie $\surd(HR) = \surd x$,) die bewegende Kraft des Waſſers $= yy \times \surd x$. Da nun dieſe allenthalben in dem Waſſerfalle gleich iſt, ſo iſt auch $y^2 \times \surd x$ eine gegebene, beſtimmte oder beſtändige Größe; folglich $y^2 \surd x = 1$, und $\surd x = \frac{1}{y^2}$; weswegen denn $x = \frac{1}{y^4}$: woraus erhellet, daß die krumme Linie AME

Luft auf die Oberfläche des Waſſers in dem Sammelkaſten eines Springbrunnens *. Steckt man alſo

eine Art der Hyperbel der vierten Ordnung ſey, deren Aſymptoten XI mit dem Horizonte parallel ſind, IG aber gegen denſelben ſenkrecht iſt.

4. Die Menge des herunter fallenden Waſſers zu beſtimmen, gehen wir folgender maaßen zu Werke. Es ſey mn mit MN parallel, und dieſer unendlich nahe, ſo iſt $Rr = dx$, und weil $x = \frac{1}{y^4}$, ſo haben wir $dx = -\frac{4xdy}{y} = -\frac{4dy}{y^5} = Rr$. Der Inhalt des Cirkels, über dem Durchmeſſer MN, iſt py^2, $pyy \times dx$ aber iſt $= pyy \times -\frac{4dy}{y^5} = -\frac{4pdy}{y^3} = -4py^{-3}dy = 2py^{-2} = \frac{2p}{y^2} = C =$ der Menge des herunter fallenden Waſſers. Weil aber $x = \frac{1}{y^4} = \frac{1}{y^2} \times \frac{1}{y^2}$; ſo iſt $xyy = \frac{1}{y^2}$; folglich $2xpy^2 = \frac{2p}{y^2} =$ dem Waſſerfalle; es iſt aber $2x = 2IR$, und py^2 der Inhalt des Cirkels MN. Folglich iſt der ganze Waſſerfall bey einem Durchſchnitte neben der Aſymptote XX, einem Cylinder gleich, deſſen Grundfläche der Durchſchnitt des Waſſerfalles, ſeine Länge aber doppelt ſo groß, als die Höhe des Falles iſt.

5. Nun

* Dieſer hier angegebene Druck der Luft auf die Oberfläche des Waſſers iſt viel zu geringe, als daß ſich auch dieſe Begebenheit der Natur daraus erklären lieſſe. Mithin weiſen wir den Leſer auf diejenige Theorie, welche wir zu Ende der ſechſten Vorleſung angehänget haben.

alſo einen Heber mit ſeinem kürzern* Ende in das Waſſer, und ſaugt die Luft aus dieſem Inſtrumente, ſo ſteigt das flüßige Weſen in den leeren

5. Nun ſiehet man aber aus dem, was wir von der Natur der krummen Linie YAME beygebracht haben, gar leicht, daß, ſo bald als das Waſſer bey EF auszufließen beginnet, alle und jede Theile des Falles den Augenblick eine gewiſſe Geſchwindigkeit erlangen, und ſo gar auch die in der Oberfläche AB. Denn es ſey A = dem Inhalte des Cirkels über AB, oder der obern Oefnung des Gefäßes, und a = dem Inhalte des Loches EF; V = der Geſchwindigkeit des Waſſers, indem es durch das Loch heraus fließt, und v = der Geſchwindigkeit auf der Oberfläche AB. Weil nun alsdenn $Av = aV$, ſo haben wir $V : v = A : a$. Es mag ſich alſo a zu A verhalten, wie man wolle; ſo wird allemal eben die Verhältniß zwiſchen v und V ſtatt finden, ſo daß, bis A unendlich groß wird, oder AB mit XX zuſammen fällt, allemal ein gewiſſer Grad der Geſchwindigkeit auf der Oberfläche des Waſſers ſtatt findet. Iſt aber A unendlich größer als a, ſo iſt auch v unendlich kleiner als V, das iſt, jenes wird gegen dieſes = 0 gerechnet.

6. Weil die Aſymptote XIX (oder die unendlich groſſe Fläche des Waſſers,) der höchſte Theil des unendlichen Falles iſt, und wo die Geſchwindigkeit ihren Anfang nimmt; ſo verhält ſich die Geſchwindigkeit aller Theile, welche niedriger ſind, wie z. E. AB, EF, wie $\surd(IH)$ und $\surd(IG)$. Mithin iſt die Geſchwindigkeit des Waſſers von derjenigen Geſchwindigkeit verſchieden, vermöge welcher die Körper von der Höhe des flüßigen Weſens

* Es iſt eben nicht nöthig, daß das kürzere Ende hinein geſteckt werde, ſondern es kommt vornemlich darauf an, daß das auswärtige Ende niedriger ſtehe, wie die Oberfläche des flüßigen Weſens: da denn daſſelbe in beyden Fällen durch daſſelbe heraus laufen wird.

Raum, weil die Luft auf die Oberfläche des Waſſers in dem Gefäße druckt, hinauf, und füllet denſelben in der Röhre gänzlich aus. Da nun alsdenn

Weſens herunter fallen: denn die Geſchwindigkeit eines ſolchen Körpers bey EF wird ſich wie $\surd(HG)$ verhalten, bey AB aber, = o ſeyn.

7. Es ſey GH = H = der Höhe des Waſſers in dem Gefäße, und IH = z, ſo iſt $H + z = IG$. Und $V : v = A : a = \surd(IG) : \surd(IH) = \surd(H + z) : \surd z$; oder $V^2 : v^2 = A^2 : a^2 = H + z : z$; weswegen denn, durch die Diviſion dieſer Proportion $H + z : H = V^2 : V^2 - v^2 = A^2 : A^2 - a^2$; folglich

$$H + z = IG = \frac{V^2\,H}{V^2 - v^2} = \frac{A^2\,H}{A^2 - a^2}$$ erhalten wird.

8. Nach dem Herrn Iſaac Newton fallen die Körper in dem luftleeren Raume $193\frac{1}{2}$ Zoll, oder $16\frac{1}{9}$ Fuß in der erſten Secunde: welche Geſchwindigkeit, wenn ſie einförmig geworden iſt, den Körper durch einen doppelt ſo großen Raum, oder $32\frac{2}{9}$ Fuß in einer Secunde, bewegt. Die einförmigen Geſchwindigkeiten verhalten ſich, wie die von ihnen in eben der Zeit durchgelaufenen Raume: und die zuletzt erlangten Geſchwindigkeiten der fallenden Körper ſind in eben der Verhältniß, wie die Quadratwurzeln der Höhen, durch welche ſie herunter gefallen ſind; mithin $32\frac{2}{9} : V = \surd(16\frac{1}{9}) : (IG)$, oder $\surd\left(\frac{A^2\,H}{A^2 - a^2}\right)$. Weswegen denn

$$\frac{32\frac{2}{9}\,\surd(IG)}{\surd(16\frac{1}{2})} = V = 8{,}02773\,\surd(IG),$$ oder

$$8{,}02773\,\surd\left(\frac{A^2\,H}{A^2 - a^2}\right)$$ Fuß, oder $96{,}33276$

$$\surd\left(\frac{A^2\,H}{A^2 - a^2}\right)$$ Zolle in einer Secunde.

9. Wenn

alsdenn eine größere Seule der körperlichen Maſſe des Waſſers in dem längern Schenkel befindlich iſt; ſo bekommt dieſe das Uebergewicht, und läuft heraus;

9. Wenn A, in Betracht gegen a, ſehr groß iſt; ſo kann a^2 für nichts gerechnet werden: und alsdenn wird aus dem vorhergehenden Ausdrucke $8,02773\sqrt{H}$ Fuß, oder $96,33276\sqrt{H}$ Zolle, für die Geſchwindigkeit des in einer Secunde ausfließenden Waſſers. Dieſe Geſchwindigkeit aber (wie denn ſolches der Herr Newton ſowohl bereits angemerkt hat, als ein jeder leicht einſehen wird,) iſt nicht ſo groß, indem das Waſſer durch das Loch ausfließt, wenn man dergleichen Verſuche anſtellet, als ſie nach der Theorie heraus kömmt. Hiervon iſt die Urſache nachfolgende: weil der Strahl des ausfließenden Waſſers ſich zuſammen zieht, und etwan einen Diameter der Weite des Loches unterhalb demſelben enger wird; woſelbſt denn der Herr Newton den Durchmeſſer des Waſſerſtrahls gemeſſen, und gefunden hat, daß er ſich zu dem Durchmeſſer des Loches wie 21 zu 25 verhält. Weswegen denn der Inhalt des Durchſchnittes des Waſſerſtrahls an dem erwehnten Orte, ſich zu der Weite des Loches wie 441 zu 625 verhält, das iſt, wie 1 zu $\sqrt{2}$. Folglich die Geſchwindigkeit des Strahls zu der Weite des Loches, wie $\sqrt{2}$ zu 1 an dieſem Orte; weil in beyden Fällen die Bewegungen oder bewegenden Kräfte gleich ſind.

10. Wenn alſo $IH = 48$ Zollen, und der Durchmeſſer des Loches $= 1$ Zoll; ſo iſt $48 + 1 = 49$ Zoll die Höhe von dem Orte, wo die Geſchwindigkeit am größeſten iſt. Nun aber verhalten ſich die natürlichen Geſchwindigkeiten, welche das Waſſer erlangt, wenn es von den beyden Höhen 48 und 49 Zollen frey herunter fällt, wie 69 zu 70, oder ſind beynahe einander gleich. Mithin muß die größere Ungleichheit zwiſchen 1 und der $\sqrt{2}$, oder die Verminderung der Geſchwindigkeit in dem Loche, von dem Aufenthalte herrühren, welchen das zur Seite befindliche Waſſer verurſacht, indem es den ſenkrechten Fall des ausfließenden gewiſſermaaßen hindert.

aus; welcher Ausfluß denn ſo lange anhält, bis das Gefäß ſo weit, bis an die Oefnung des kür- zern

11. Es iſt alſo die Geſchwindigkeit des Waſſers in dem Loche derjenigen ſehr nahe gleich, welche es erlangt haben würde, wenn es durch $\frac{1}{2}$ I G herunter gefallen wäre; weil ſich die wehrend dem Falle durch $\frac{1}{2}$ I G erlangte Geſchwindigkeit zu der verhält, welche erlangt wird, wenn das Waſſer durch I G herunter fließt, wie 1 zu $\sqrt{2}$. Weswegen denn die Geſchwindigkeit in dem Loche in der Verhältniß wie 1 zu $\sqrt{2} = 1{,}414$, vermindert werden muß. Alſo $1{,}414 : 1 = 8{,}02773 : 5{,}6773$; und wie $1{,}414 : 1 = 69{,}33276 : 68{,}1278$; ſo daß die eigentliche Geſchwindigkeit des Waſſers in dem Loche $5{,}6773 \sqrt{H}$ Fuß, oder $68{,}1278 \sqrt{H}$ Zolle in einer Secunde iſt.

12. Wir bekommen auch eine Formel für die Geſchwindigkeit, in andern Ausdrücken, folgender maaſſen. Die Menge des Waſſers Q, welches heraus fließt, iſt deſto größer, je größer die Weite des Loches a, die Geſchwindigkeit V, und die Zeit T iſt, welche es verwendet. Mithin $Q = TVa$; und $V = \frac{Q}{Ta} = 68{,}1278 \sqrt{H}$; folglich $Q = 68{,}1278\,Ta \sqrt{H}$. Oder weil $a = 0{,}785398\, dd$, ſo iſt $Q = 53{,}507476\, dd T \sqrt{H}$ Cubiczollen Waſſer. Und weil ein Cubiczoll Waſſer $253\frac{1}{3}$ Grane wägt; ſo iſt das Gewicht des ausgefloſſenen Waſſers $W = 13555{,}32\, dd T \sqrt{H}$.

13. Nun wollen wir ſetzen, die Weite des Gefäßes ſey 10 Quadratzolle, die Höhe = 4 Fuß oder 48 Zolle; in den Boden aber habe es ein Loch, 1 Zoll weit; ſo iſt $A = 100$, $a = 1$, und $H = 48$. Mithin $A^2 = 10000$, $a^2 = 1$, und $\frac{A^2}{A^2 - a^2} = \frac{10000}{9999} = 1{,}0001$, welches füglich für nichts gerechnet und weggelaſſen werden kann. Weswegen denn $68{,}1278 \sqrt{H} = 472$ Zollen beynahe, welches die Geſchwindigkeit des ausfließenden Waſſers in einer Secunde iſt. $Q = 100 \times 48 =$

8400 Cu-

zern Schenkels des Hebers, welcher ſich in

4800 Cubiczollen. Weswegen denn $\frac{4800}{472} = \frac{Q}{V} = T$ = 10 Secunden, als derjenigen Zeit, binnen welcher aus einem ſolchen Gefäße eine Menge vom Waſſer herauslauft, welche ſo groß iſt, als ſeine innere Weite; wenn es immer voll gehalten wird.

14. Weil nun *a* eine gegebene oder beſtändige Gröſſe iſt, Q = TV; und wenn Q gegeben iſt, TV = 1 und $T = \frac{1}{V}$, V aber = $\frac{1}{T}$; ſo iſt offenbar, daß alle dieſe Fälle mit denen vollkommen einerley ſind, wenn ſich Körper einförmig bewegen, wie N. XXI. Und weil V eine beſtändige Größe iſt, im Falle ſie in einer gewiſſen beſtändigen Verhältniß zu- oder abnimmt; ſo können die vorhergehenden Lehrſätze eben ſo wohl auf die einförmig beſchleunigte oder zunehmende, als auf eben die Art abnehmende Bewegung der Körper, ſie möge feſt oder flüßig ſeyn, angewendet werden. Woraus wir denn die Zeit beſtimmen können, mit welcher das vorerwehnte mit Waſſer gefüllte Gefäß, wenn jenes blos nach ſeiner eignen Schwere würkt, ausgeleeret ſeyn wird.

15. Daher iſt klar, daß die Waſſercolumne, welche über dem Loche ſteht, der Länge nach in $\frac{1}{2}$ Secunde herunter fallen werde; weil die Körper wehrend dieſer Zeit 4 Fuß hoch herunter fallen, und die Columne eben ſo hoch iſt. Befinden ſich nun in dem Gefäße noch mehrere ſolche Columnen, ſo verhält ſich die Zeit ihrer Ausleerung, wie dieſe Zahl; das iſt, Q verhält ſich wie T, indem V in allen Fällen (weil es mit $\sqrt{H}$ als den Quadratwurzeln aus den Höhen einförmig abnimmt,) eine beſtimmte Größe iſt; und wenn 100 ſolcher Columnen in dem Gefäße ſind, ſo erfordern ſie 100 halbe oder 50 ganze Secunden für die Zeit des Auslaufens. Dieſes wird diejenige Zeit ſeyn, in welcher das Waſſer mit der Geſchwindigkeit eines Falles von 4 Fuß hoch, herausläuft. Weil aber die Geſchwindigkeit anfänglich geringer iſt, als die Verhältniß,

dem flüßigen Weſen befand, ausgeleeret iſt [LXXVI.].

Die

niß, zu 1 $\sqrt{2}$. (N.9), und ſich die Zeiten umgekehrt als die Geſchwindigkeiten verhalten, wenn Q oder die Menge des Waſſers beſtimmt iſt; ſo haben wir (N. 14.) $1 : \sqrt{2} = 1{,}414 = 50'' : 70{,}''7$ = der Zeit des Auslaufens.

[LXXVI.] 1. Es iſt bereits gewiſen, daß, wenn ein Heber erſtlich mit Waſſer gefüllet iſt und alsdenn in daſſelbe hinein getaucht wird, es blos von dem Drucke der Luft herrühre, daß er voll bleibt, und das Waſſer alsdenn durch den längern Schenkel, wegen des Uebergewichts, heraus laufe (N. LXXI.). Nun muß ich hier noch beyfügen, daß wenn die Luft aus dem Mundſtücke heraus gezogen wird, der Druck der Luft auf die Oberfläche des Waſſers in dem Gefäße macht, daß es in dem Heber in die Höhe ſteigt, und denſelben anfüllt, welches zu beweiſen, dürfen wir nur den Heber unter einen Recipienten über der Luftpumpe ſtellen; wenn wir nun die Luft heraus ziehen, ſo läuft das Waſſer aus dem Heber nicht mehr heraus *.

2. Oder, wenn der Heber zween gleiche Schenkel hat, das iſt, welche gleich lang ſind; ſo läuft das Waſſer ebenfalls nicht mehr heraus; weil der Druck deſſelben gegen die Luft auf beyde Oefnungen des Hebers gleich iſt. Eben dieſes erhält man mit einem Heber, deſſen Schenkel nicht gleich lang ſind, ob gleich der kürzere in dem Waſſer ſteht, wenn gleich der Heber nur ſo geneigt wird, daß die Oefnungen beyder Schenkel genau in dem waſſerrechten Stande ſtehen. Es wird nicht nöthig ſeyn, nachdem ich dieſes beygebracht habe, die Urſachen anzugeben, weswegen das Waſſer durch den kürzern Schenkel nicht auslaufen wird, wenn man den längern in das Waſſer ſtellt.

[LXXVII.]

* Dieſes beweiſt die Wahrheit des Satzes nicht: die Urſach von dieſer irrigen Folge aber wird in dem Anhange zu der 6ſtn Vorleſung angegeben werden.

Die Würkungen der gemeinen Pumpe beruhen auf eben dem Grunde: denn das Saugwerk hebt eine Waſſerſeule oben in dem Stiefel, und macht dadurch einen leeren Raum, oder verdünnet wenigſtens die Luft in der Pump- und Saugröhre unterwärts: weswegen denn das Waſſer nothwendig, von dem Drucke der Luft auf deſſen Oberfläche in dem Brunnen, ſteigen muß. Das Waſſer aber, welches in der Saugröhre in die Höhe ſteigt, dringt durch die Klappe unten an dem Boden der Pumpröhre in die Höhe; dieſe Klappe verſchließt ſich darauf wieder, weil der Kolben darauf drückt. Weswegen es denn gezwungen wird, durch die Klappe des Saugwerks in die Ciſterne der Pumpe zu dringen, und durch die obere Röhre oder Hahn heraus zu flieſſen: welches alles man ſich leicht vorſtellen kann, wenn man nur das Modell einer gläſernen Pumpe betrachtet. [LXXVII.]

[LXXVII.] 1. Hier will ich die Theorie von dem Pumpwerke geben, und die Bauart deſſelben ſo beybringen, wie ſie zum Gebrauche in dem menſchlichen Leben am nützlichſten iſt. Es beruhet aber dieſelbe gutentheils auf den Eigenſchaften des umgekehrten Hebers, oder Springbrunnens, welchen wir (N. XXII. 11. 12. 13. 14.) beſchrieben haben. Es ſey demnach ABCDEFG ein umgekehrter Heber, welcher an dem angezeigten Orte beſchrieben iſt. ABCD ſtellet die Luftſeule vor, und DG den untern Theil der Röhre, einer in das Waſſer des Brunnens HI geſetzten Pumpe. P ſey der Kolben der Pumpe bey E in der untern Lage, und F in der obern. Weil nun dieſe beyden Theile mit dem Waſſer verbunden ſind, der eine auf daſſelbe drückt, und der andere die Klappe öfnet; ſo können ſie ſo angeſehen werden, als ob ſie mit einander vereinigt wären. Tab. XIX. Fig. 5.

III. IV. Die vornehmſte unter allen Waſſermaſchinen aber iſt die ſo genannte Newſamſche, welche

2. Nun druckt die Luftſeule ABC, durch ihr Gewicht eine Waſſerſeule in die Röhre DG, und zwar auf eine Höhe von 33 Fuß, wenn die Luft aus dieſer Röhre heraus gezogen iſt, und bleibt in dieſer Höhe ſtehen; (weil die Schwere der Luftſeule der Schwere einer ſolchen Waſſerſeule, welche eben die Grundfläche hat, gleich iſt, welches wir im Folgenden beweiſen wollen.) Wenn nun der Kolben P auf ſolche Weiſe nach E herunter gedruckt wird, daſelbſt das Waſſer antrift, und von da bis F mit einer einförmigen Bewegung gehoben wird; ſo ſteigt es von E hinter dem Kolben mit einer veränderten Geſchwindigkeit in die Höhe; und die geringſte derſelben iſt $\sqrt{(AC)} - \sqrt{(DE)}$, die gröſſeſte aber $\sqrt{(AC-DE)} = \sqrt{(AB)}$ (N. XXIII. 12.)

3. Wenn nun der Kolben gehoben wird, ſo iſt die Geſchwindigkeit des Waſſers geringer, als die Geſchwindigkeit deſſelben, es kann ihm alſo nicht folgen, ſondern läßt in der Mitten einen leeren Raum, welcher allemal deſto größer wird, als die Geſchwindigkeit des Waſſers geringer iſt, wie die Geſchwindigkeit des Kolbens. Hieraus folgt, daß ein Theil der Bewegung des Kolbens verlohren geht; und nicht nur dieſes, ſondern der Kolben, wenn ihn das Waſſer verläßt, weil das Gewicht deſſelben auf ihm liegt, und die Luft oben dicker iſt als unten, bewegt ſich ſehr ſchwer; weswegen denn dasjenige Gleichgewicht, welches bey dergleichen Pumpen ſeyn muß, aufgehoben wird; und ſo auch an demjenigen Orte, wo das Waſſer heraus gepumpt wird. Weil nun dieſes geſchehen kann, wenn der Durchmeſſer der Saugröhre dem Durchmeſſer der Pumpröhre gleich iſt; ſo wird es um deſto eher ſo ſeyn, wenn die Saugröhre enger iſt als die Pumpröhre, oder der Stiefel: weil das Waſſer alsdenn durch einen engern Weg dringt, und daher die Pumpröhre nicht ſo geſchwind ausfüllen kann, ſich von dem Kolben trennet, und in der Mitte einen größern Raum läßt.

4. Iſt dahingegen die geringſte Geſchwindigkeit des in der Röhre in die Höhe ſteigenden Waſſers größer, als

welche von den wichtigen Verbeſſerungen, welche Newſham daran gemacht hat, alſo genennet wird.

als die Geſchwindigkeit des Kolbens, ſo wird kein leerer Raum entſtehen, und der Stiefel kann in der Verhältniß um ſo viel weiter gemacht werden, als die Saugröhre, nachdem die Geſchwindigkeit des Waſſers größer iſt, als die Geſchwindigkeit des Kolbens. Daß aber dieſes die wahre Urſache ſeyn müſſe, ſo wollen wir durch Rechnung zeigen, was für einen Durchmeſſer ſo wohl der Stiefel als Saugröhre haben müſſe, wenn die Geſchwindigkeit des Waſſers und des Kolbens mit einander verglichen werden. Es bedeute demnach A die geringſte Höhe des Luftkreiſes, und AC ſey = 31 Fuß Waſſer. B = DF die größeſte Höhe, auf welche ſich der Kolben über der Oberfläche des Waſſers HI bewegt, welche 16 Fuß ſeyn mag. Die größeſte Geſchwindigkeit des Kolbens aber, welche derſelbe bey einer Pumpe haben kann, ſey 4 Fuß in einer Secunde = v; und V = der geringſten Geſchwindigkeit des Waſſers, mit welcher es in der Röhre ſteigt; D = dem Durchmeſſer des Stiefels, und d = dem Durchmeſſer der Saugröhre. Tab. XIX. Fig. 5.

5. So erhalten wir $\surd A - \surd B = V$ = der geringſten Geſchwindigkeit des Waſſers; und der Fall, welcher dieſe Geſchwindigkeit verurſacht, iſt das Quadrat dieſes Ausdruckes, nemlich $A + B - 2\surd(AB)$, das iſt, $31 + 16 - 2\surd(31 \times 10) = 2$ Fuß 6 Zoll, für die verlangte Höhe des Falles. Nimmt man aber das Quadrat von $\surd(A - B)$, nach der gemeinen Art, nemlich $A - B$ für die Höhe an; ſo bekommt man 15 für den Fall: welcher große Fehler in dergleichen practiſchen Dingen, allerdings von üblen Folgen ſeyn muß.

6. Hier iſt alſo die Geſchwindigkeit $\surd A - \surd B = \surd(31) - \surd(16) = 5{,}6 - 4 = 1{,}6$ in einer Secunde. Die Geſchwindigkeit des Waſſers bey dem Boden der Röhre D iſt $\surd A = 5{,}6$; dieſes alſo muß die Geſchwindigkeit des Kolbens bey D ſeyn, damit das Waſſer ihm folgen kann. Wenn ſich alſo derſelbe mit eben der Geſchwindigkeit bey F bewegt, wo dieſe Geſchwin-

wird. Die Natur und Würkung derſelben wird aus dem perpendicularen Durchſchnitte eines Modelles

ſchwindigkeit nur 1,6 iſt, ſo haben wir 5,6 — 1,6 = 4 Fuß leeren Raum: weswegen denn 4 Theile von 5,6 bey einer ſolchen Bewegung oder Zuges ohne Würkung verlohren gehen. Bey dieſer Gelegenheit müſſen wir anmerken, daß, weil die Geſchwindigkeit des Waſſers bey D = 5,5, und die größeſte Geſchwindigkeit, welche man dem Kolben geben kann (wenn man anders die Maſchiene nicht verderben will) nur 4 iſt; ſo muß ein Kolben, wenn er an dem untern Ende der Saug- oder Pumpröhre bewegt wird, allemal überflüßig genug Waſſer ziehen, und dadurch den leeren Raum oder die vergebliche Arbeit verhüten.

7. Weil wir aber einen ſo großen leeren Raum in der Röhre bey F finden, welche eben den Durchmeſſer wie der Kolben hat, ſo iſt klar, wenn wir alle Theile unterhalb F in eine ſchmale Röhre wie *FD* zuſammen ziehen, den Theil FG ſo laſſen, wie er war, und zu einem Stiefel dienete, damit ſich der Kolben frey darinnen zwiſchen F und G bewegen kann; daß alsdenn das Waſſer in die Röhre *FG* mit einer größern Geſchwindigkeit tritt, als vorher, nachdem nemlich die Saugröhre kleiner iſt. Wenn ſich alſo die Weite der Saugröhre *FD* zu der Weite des Stiefels FG, wie die Geſchwindigkeit des Kolbens P, (oder des Waſſers in der Pumpröhre), zu der Geſchwindigkeit des Waſſers in der Saugröhre verhält; ſo wird immer genug Waſſer vorhanden ſeyn, daß in der Pumpröhre kein leerer Raum entſtehen kann. Welche Regel mit Zeichen alſo ausgedruckt wird; $DD : dd = V : v$. Weswegen denn $D^2 v = d^2 V$ die allgemeine Regel iſt. Sind nun drey von dieſen Größen gegeben, ſo kann man die vierte allemal leicht finden.

8. Es ſeyen alſo z. E. D, v, und V gegeben, und man ſoll d finden; ſo haben wir $d = \frac{D\sqrt{v}}{\sqrt{V}}$. Nun ſey der Durchmeſſer des Stiefels D = 6 Zollen. Ferner nehme man an, der Kolben werde in einer Minute 20 mal

delles leicht erhellen, wie auch aus einigen Veränderungen, die ich daran vorgenommen habe.

Die

20mal, und zwar jedesmal zween Fuß, gezogen, und brauche eben ſo viel Zeit im Hinauf- als Herunterſteigen; ſo iſt die Bewegung deſſelben 80 Fuß in einer Minute, oder $1\frac{1}{3}$ Fuß in einer Secunde; weswegen denn $v = 1\frac{1}{3}$. Um aber den Werth von V zu bekommen, müſſen wir denſelben auf die Länge der Röhre *FD* gründen, welche 16 Fuß ſeyn mag; ſo iſt die gröſſeſte Höhe des Kolbens, zu welcher er gelangen kann, 18 Fuß; (wenn er nemlich zu dem Boden des Stiefels kommt, wie es eigentlich ſeyn muß). Weswegen denn eine Höhe Waſſer von 18 Fuß in der Röhre *GD* gegen das Gewicht oder Höhe 31 Fuß, in dem Schenkel AC drückt. Nun iſt aber die Geſchwindigkeit V des Waſſers in der Röhre *FD* einförmig, oder beſtändig einerley; mithin müſſen wir beſtimmen, was für ein Unterſcheid zwiſchen den einförmigen Geſchwindigkeiten entſteht, wenn der Fall einmal 31, und das andere mal 18 Fuß hoch iſt. Wir rechnen alſo $\surd(16\frac{1}{9}) : 32 = \surd(31) : 43$ beynahe; und $\surd(16\frac{1}{4}) : 32 = \surd(18) : 32\frac{3}{4}$; weswegen denn der Unterſcheid dieſer beyden einförmigen Geſchwindigkeiten $43 - 32\frac{3}{4} = 10\frac{1}{4} = 10$ Fuß 3 Zoll in einer Secunde iſt; mithin $V = 10\frac{1}{4}$. Alſo kommt $\frac{D\surd v}{\surd V} = d = 2\frac{1}{10}$ Zolle für den Durchmeſſer der Röhre *FD*. Tab XIX. Fig. 5.

9. Die Urſache, weswegen wir von der Formel $\surd(AC) - \surd(DF)$ in dieſem Falle keinen Gebrauch machen, iſt dieſe, weil dieſelbe nur den Unterſcheid der Geſchwindigkeiten in einem Augenblicke, oder die geringſte Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer bey F ſeine Bewegung aufwärts anfängt, beſtimmt; dahingegen es hier aber nöthig iſt, zu finden, wie groß die beſtändige und einförmige Bewegung deſſelben ſey, oder wie ſtark es in einer jedweden Secunde zufließt: welches denn durch das allhier eben angegebene Verfahren gefunden wird. Denn weil ein Fall

von

Die Bewegung des Waſſers in dieſer Maſchiene wird durch den Druck der äußern Luft, vermittelſt

von $16\frac{1}{9}$ eine einförmige Geſchwindigkeit von 32 Fuß in einer Secunde giebt, ſo erhält man, durch den Fall von 31 Fuß, 43; und durch den Fall von 18 Fuß, $32\frac{3}{4}$: deren beyder Unterſcheid die Geſchwindigkeit des Waſſers bey F ſeyn muß.

10. Wiſſen wir die Geſchwindigkeit v des Kolbens, den Durchmeſſer der Pumpröhre D, und Durchmeſſer der Saugröhre d; ſo erhalten wir die Geſchwindigkeit des Waſſers in der Saugröhre, $V = \frac{vDD}{dd}$; welches mit Worten ſo viel heißt: multipliciret das Quadrat des Durchmeſſers der Pumpröhre in die Geſchwindigkeit des Kolbens; dividiret dieſes Product durch das Quadrat des Durchmeſſers der Saugröhre: ſo iſt der Quotient die verlangte Geſchwindigkeit des Waſſers in der Saugröhre. Hat man nun dieſe Geſchwindigkeit gefunden, ſo muß man ſie von 43 abziehen, da denn der Reſt $43 - V$, die einförmige Geſchwindigkeit iſt, welche durch einen Fall von der höchſten Strecke des Kolbens bis zu der niedrigſten Fläche des Waſſers in dem Brunnen, erhalten wird, und welche man findet, wenn man rechnet $32 : \sqrt{(16\frac{1}{9})} = 43 - V : \sqrt{(DF)}$: da denn DF als die größeſte Erhöhung des Kolbens bekannt wird.

11. Wiſſen wir D, V und d, ſo finden wir v als die Geſchwindigkeit des Kolbens durch die Formel nehmlich $\frac{Vdd}{DD} = v$ gar leicht; welche mit Worten ausgedrückt ſo viel heißt: multipliciret das Quadrat des Durchmeſſers der Saugröhre in die Geſchwindigkeit des darinnen befindlichen Waſſers; und dividiret das Product durch das Quadrat des Durchmeſſers der Pumpröhre: ſo iſt der Quotient die verlangte Geſchwindigkeit des Kolbens.

11. Iſt endlich die Geſchwindigkeit V des Waſſers in der Saugröhre, der Durchmeſſer d der Röhre, und die

mittelſt der Gewalt der Kolben, und der ausdehnenden Kraft der zuſammengedrückten

die Geſchwindigkeit v des Kolbens gegeben; ſo findet man den Durchmeſſer D des Stiefels, durch die Formel $D = \sqrt{\left(\frac{Vdd}{v}\right)}$, das heißt: multipliciret das Quadrat des Durchmeſſers der Saugröhre in die Geſchwindigkeit des darinnen befindlichen Waſſers; und dividiret das Product durch die Geſchwindigkeit des Kolbens: ſo iſt die Quadratwurzel aus dieſem Quotienten der verlangte Durchmeſſer des Stiefels.

12. Wenn ſich ein Kolben in dem Stiefel oder der Saugröhre AD herunter bewegt, und beyde eben den Durchmeſſer, wie der Kolben haben; ſo können wir die Höhe finden, zu welcher das Waſſer ſteigen muß, wenn der Kolben in einer gewiſſen Entfernung, über der Oberfläche des Waſſers BD, bewegt wird. Es ſey alſo E der niedrigſte Punkt, zu welchem der Kolben herunter tritt, ED = 12 Fuß, als der Entfernung von dem Waſſer, und die Länge des Druckes EF = 4 Fuß. Wenn nun der Kolben in E iſt, ſo wird der untere Theil der Röhre ED mit Luft angefüllet, welche eben die Dichtigkeit, oder eben eine ſo ſtarke ausdehnende Kraft hat, wie die äußere Luft, welche wir S nennen wollen. Wenn nun der Kolben von E bis F ſo gehoben wird, daß FD = 16 iſt; ſo werden daraus zwo Würkungen erfolgen. Die eine iſt dieſe, daß die Luft unter dem Kolben in einen größern Raum gebracht wird, und dadurch ihre Federkraft abnimmt; die andere aber, daß, weil die Federkraft der Luft in der Röhre vermindert iſt, ſie nicht mehr ſo ſtark auf die Oberfläche des Waſſers in derſelben druckt, als die äußere Luft auswärts: weswegen denn das Waſſer ſo hoch in der Röhre ſteigt, bis ihr Gewicht nebſt der verminderten Federkraft der Luft zugleich, dem Drucke der äußern Luft gleich iſt. Tab. XIX. Fig. 6.

13. Laßt uns demnach ſetzen, das Waſſer ſteige bis C; und es ſey ihre Höhe CD = x; ſo iſt der Raum FC, in welchem die Luft ausgedehnt iſt, = 16 — x.

Fer-

ten Luft, ſolgendermaßen erhalten. Wenn der Kolben R gehoben wird, ſo müßte in dem Stie-

fel

Ferner ſey ihre hierdurch verminderte Federkraft = s; ſo verhält ſich die Federkraft der Luft umgekehrt, wie die eingenommenen Raume. Mithin haben wir $S : s = 16 - x : 12$; und $\frac{12S}{16-x} = s$. Nun iſt aber das Gewicht einer Waſſerſeule von 32 Fuß hoch, dem Drucke der äußern Luft gleich, das iſt, = S; mithin $32 : S = x : \frac{Sx}{32}$ = der Schwere des Waſſers x. Wenn man nun dieſes zu der verminderten Federkraft der Luft addirt, ſo iſt die Summe = S, oder $\frac{12S}{16-x} + \frac{Sx}{32} = S$; und wenn man durch S dividirt, $\frac{12}{16-x} + \frac{x}{32} = 1$; oder $384 + 16x - x^2 = 512 - 32x$; das iſt, $x^2 - 48x = -128$. Addirt man nun auf beyden Seiten das Quadrat von 24, um auf der linken Seite ein vollkommenes Quadrat zu erhalten; ſo haben wir $x^2 - 48x + 576 = 576 - 128 = 448$. Ziehen wir hieraus die Quadratwurzel, ſo iſt ſie $x - 24 = \pm\sqrt{(448)} = \pm 21{,}166$. Mithin $x = 2{,}834$ = DC, als der verlangten Höhe des Waſſers.

14. Zieht man dieſe von 12 = ED, ab; ſo iſt der Unterſcheid EC = 9,166; und wenn wir die ganze Höhe, zu welcher das Waſſer, bey dem erſten und andern Zuge zuſammen genommen, ſteigt, x nennen; ſo haben wir dieſes zweyte x durch die Gleichung $\frac{6{,}166}{16-x} - \frac{x}{32} = 1$, beſtimmet; womit man denn auf eben die Weiſe wie vorher, verfahren kann. Denn weil das Waſſer CD, wegen der untern Klappe, nicht zurücktreten kann, wenn der Kolben zum zweyten male nach E kommt; ſo thut ſich die Klappe in demſelben auf, und der Theil EC wird wieder mit der äußern Luft angefüllet. Weswegen denn $S : s = 16 - x : 9{,}166$ u. ſ. f. wie vorher.

Wenn

ſel TV, ein leerer Raum entſtehen, wenn nicht das Waſſer aus der untern Röhre EM (durch die Klappe Tab. XXII. Fig. 1.

Wenn man dieſe Gleichung abermal auflöſt, ſo erhält man $x = 5{,}098$; zieht man hiervon das vorhergehende $x = 2{,}834$ ab; ſo iſt der Reſt $= 2{,}264$, für die Höhe, zu welcher das Waſſer in dem zweyten Zuge ſteigt Auf dieſe Weiſe berechnen wir nachfolgende Tabelle für die Höhen, zu welchen das Waſſer gehoben wird.

In dem 1ſten	Zuge	2,834	—	2,834
—	2ten	—	2,264	—	5,098
—	3ten	—	2,025	—	7,123
—	4ten	—	2,043	—	9,166
—	5ten	—	2,413	—	11,579
—	6ten	—	3,620	—	15,199

24. Um ſich aber der Mühe der Berechnung zu überheben, ſo finden wir x für die verſchiedenen Höhen, zu welchen der Kolben jedesmal ſteigt, wenn wir für alle Fälle einen allgemeinen Lehrſatz ausfindig machen. Es ſey alſo a die größeſte Höhe des Kolbens, $b =$ der geringſten; $a - b = p =$ der Länge des Zuges, und $h =$ der Höhe einer Waſſerſeule, deren Gewicht ſo ſtark druckt, wie die äußere Luft: ſo wird aus dem vorhergehenden Lehrſatze oder Gleichung $\frac{b}{a-x} \times \frac{x}{h}$ 1, und $ax - x^2 + bh = ah - xh$; oder $ax + hx - x^2 = ah - bh = ph$. Wenn wir nun ſetzen $\frac{a+h}{2} = s$, ſo haben wir $2sx - xx = ph$; und, wegen der Veränderung der Zeichen, $x^2 - 2sx = -ph$. Ergänzen wir nun das Quadrat, ſo iſt $xx - 2sx + ss = ss - ph$. Woraus denn $x - s = \pm\sqrt{(ss - ph)}$, und endlich $x = \pm\sqrt{(ss - ph)} + s$ erhalten wird.

25. Aus dieſer Formel kann nicht nur x, ſondern eine jede der übrigen Größen gefunden werden, im Falle ſie nemlich zuſammen, bis auf eine gegeben ſind.

Klappe H) aus der in das Gefäß mit Waſſer geſetzten Glasröhre EF, von dem Drucke der

Setzen wir demnach, die höchſte Bewegung des Kolbens auf eine Höhe a, ſey $= 16$ Fuß, $b = 32$, man will das Waſſer in dem 1ſten Zuge 10 Fuß heben, und es würde verlangt, die Länge des Zuges p zu finden: ſo iſt $x = 10$, und $s = \frac{a + h}{2} = 24$. Nun hatten wir aber vorher $2sx - xx = ph$, weswegen denn $p = \frac{2sx - xx}{h} = 11,9$; oder beynahe 12 Fuß für die verlangte Länge des Zuges kommt.

26. Weil nun nach einem jedweden Zuge oder in die Höheſteigen des Kolbens, die Luft in dem Stiefel verdünnet iſt, und weil, wenn der Kolben herunter tritt, das Waſſer durch ſeine Schwere die Klappe bey D zudrückt; dadurch die Gemeinſchaft der äußern Luft bey D verhindert, und die Seule des in die Höhe getretenen Waſſers unterſtützt; ſo iſt klar, daß die Klappe in der Oefnung des Kolbens überhalb von der äußern Luft oder deren Federkraft, an der untern Seite aber nur durch die Federkraft der ausgebreiteten Luft, einen Druck erhält. Wenn nun der Kolben herunter tritt, ſo geht die Klappe in demſelben nicht in die Höhe, ſondern drückt die inwendige ausgebreitete Luft ſo lange nach und nach in einen engern Raum zuſammen, bis ihre Federkraft der Federkraft der äußern Luft gleich wird: und ſo wie alsdenn der Kolben herunter tritt, ſo wird ſie nicht ferner zuſammen gedruckt, ſondern hebt die Klappe auf, und fährt heraus.

27. Es ſey z. E. durch den 1ſten Zug (N. 23.) das Waſſer 2,834 geſtiegen: welches, wenn es von 16 abgezogen wird, 13,166 für den Raum läßt, in welchem 12 Fuß Luft verbreitet ſind. Weil nun ihre Federkraft nicht ſo ſtark iſt, als die Federkraft der äußern Luft, indem der Kolben herunter gedrückt wird; gelangt ſie dadurch eher in den vorhergehenden Raum von 12 Fuß, als ſie ihre vorige Federkraft wieder erhalten kann;

der äußern Luft auf deſſen Oberfläche, in die Hö-
he ſtiege. Das Waſſer in dem Stiefel TV,

 wird

kann; der Kolben aber ſteigt alsdenn 1,166 herunter. Weil nun der Zug 4 Fuß iſt, und die Luft nicht weiter zuſammen gedrückt worden; ſo erhalten wir 4 — 1,166 = 2,834 für die Menge der Luft, welche durch die Klappe in dem Stempel heraus fährt, nud in dieſem Falle der gehobenen Waſſerſeule gleich iſt.

28. Weil ſich nun der Kolben, wenn er in die Höhe gezogen iſt, abermal in E befindet, ſo geſtattet er, daß ſich die Luftſeule EC = 9,166 durch den Raum = 16 — 5,098 = 10,902 verbreitet; und indem er wieder herunter ſteigt, ſo druckt er die Luft abermal in einen Raum von 9,166 Fuß eher zuſammen, als ſie heraus fahren kann. Wenn nun dieſes geſchehen ſoll, ſo muß ſich der Kolben durch einen Raum von 1,736 Fuß bewegen. Mithin iſt 4 — 1,736 = 2,264 die Menge der Luft, welche durch den zweyten Zug heraus gezogen wird. Die Seule der übrigen Luft EC iſt nunmehro 9,166 — 2,264 = 6,902 Fuß; und auf eben dieſe Weiſe werden die Zahlen für einen jedweden folgenden Zug gefunden.

29. Hieraus wird man nun leicht ermeſſen, daß, wenn der Raum, durch welchen ſich der Kolben herunterwerts bewegen muß, um durch ſeinen Druck die inwendige Luft ſo ſtark zuſammen zu preſſen, und ihre Federkraft dergeſtalt zu vermehren, daß ſie der Federkraft der äußern Luft gleicht, größer iſt, als die Länge des Zuges; alsdenn in der Pumpe deswegen kein Waſſer in die Höhe ſteigen könne, weil in dieſem Falle die Luft nicht ferner vermögend iſt, durch die Klappe in dem Saugwerke oder Kolben heraus zu fahren, und zwar, weil der Druck der äußern Luft auf ſie ſtärker iſt.

30. Hat es dieſe Bewandtniß mit einer Pumpe, ſo ſey x die größeſte Höhe, zu welcher das Waſſer in derſelben gehoben werden kann; iſt nun die größeſte Höhe für den Kolben a, die geringſte $= b$, der Druck des Luftkreiſes $= h$, und $a - b = p$ dem Zuge des Kolbens, wie vorher; ſo iſt, indem der Kolben niedergedruckt wird,

wird alſo durch das Niederdrücken des Kolbens R durch die obere Röhre ON getrieben, und gehet

wird, derjenige Raum, in welchem ſich die Luft befindet, $= b-x$; und wenn er wieder gehoben wird, die Luft in demſelben um $a-x$ darinnen ausgedehnt. Weswegen denn ihr Druck der $\frac{b-x}{a-x}$ ſte Theil von dem war, wie vorher, das iſt, von dem Luftkreiſe. Weil aber das Gewicht des Waſſers den andern Theil ausmacht, und beyde zuſammen genommen dem Luftkreiſe gleich ſind; ſo haben wir $\frac{b-x}{a-x} + \frac{x}{h} = 1$; mithin $bh - hx + ax - x^2 = ah - hx$; oder, $ax - x^2 = ah - bh = ph$. Und wenn wir die Zeichen verwechſeln, $x^2 - ax = -ph$, und das Quadrat ergänzen, $x^2 - ax + \frac{1}{4}aa = \frac{1}{4}aa - ph$. Folglich $x - \frac{1}{2}a = \sqrt{(\frac{1}{4}aa - ph)}$; und endlich $x = \pm\sqrt{(\frac{1}{4}aa - ph)} + \frac{1}{2}a$.

31. Iſt alſo der Zug des Kolbens nebſt ſeiner Höhe über dem Waſſer gegeben; ſo wiſſen wir auch die größeſte Höhe, zu welcher das Waſſer ſteigen kann; mithin eben ſo wohl, ob eine ſolche Pumpe möglich iſt. Es ſey z. E. $a = 28$, und $b = 25$; ſo iſt $p = 3$, und $h = 32$; folglich $x = \pm 10 + 14$; das iſt, die größeſte Höhe, zu welcher das Waſſer ſteigen kann beträgt $14 - 10 = 4$ Fuß. Die andere Wurzel aber $14 + 10 = 24$ iſt aus der Urſache unmöglich, weil alle Höhen zwiſchen 4 und 24, zu groß ſind.

32. Ferner ſey $a = 24$, $b = 20$; und alsdenn $p = 4$, h aber $= 32$; ſo iſt $x = \pm 4 + 12$, das iſt, $x = 12 - 4 = 8$ Fuß für die größeſte Höhe. Iſt $a = 20$, $b = 16$, $p = 4$; ſo erhalten wir $x = \pm\sqrt{(\frac{1}{4}aa - ph)} + \frac{1}{2}a = \sqrt{(100 - 128)} + 10 = \sqrt{(-28)} + 10$. Weil nun die Quadratwurzel aus einer negativen Größe unmöglich iſt; ſo erhellet hieraus, daß ein ſolcher Fall in der Natur nicht ſtatt findet, oder, daß ſich hier zwiſchen x und dem niedrigſten Orte des Kolbens kein Raum befindet. Eben ſo wenig kann dergleichen darzwiſchen ſeyn, wenn ph größer iſt, als $\frac{1}{4}aa$, indem das Waſſer in

gehet durch die Klappe I in den Luftkeſ-
E 3 ſel

in allen dieſen Fällen zu dem Kolben in die Höhe ſteigt. Iſt $\frac{1}{4}aa = ph$, ſo erhalten wir $\sqrt{(\frac{1}{4}aa - ph)} = o$, $x = \frac{1}{2}a$; und in dieſem Falle $p = \frac{\frac{1}{4}aa}{h}$ oder $\frac{aa}{4h}$. Wenn alſo $a = 16$, $\frac{1}{2}a = 8$; ſo iſt x die größeſte Höhe, zu welcher das Waſſer ſteigt, und $p = \frac{\frac{1}{4}aa}{h} = \frac{64}{32} = 2$ Fuß, die Länge des Zuges.

Wobey denn zu merken iſt, daß, wenn wir dieſe Gleichung $x^2 - ax = -ph$ differentiiren und $= o$ ſetzen (nemlich $2xdx - adx = o$) wir $2x = a$ oder $x = \frac{1}{2}a$ erhalten; da denn a ein Maximum iſt, und eben ſo kömmt, wie vorher.

33. Aus dieſem Lehrſatze ziehen wir folgende allgemeine Regel für die Waſſerpumpen: daß keine Pumpe das Waſſer anders heben kann, auſſer, wenn die Länge des Zuges des Kolbens größer iſt, als das Quadrat der größeſten Höhe deſſelben, wenn ſie durch 128 dividirt wird. Iſt alſo die Höhe 16 Fuß, ſo iſt das Quadrat hiervon 256, welches, wenn man es durch 128 dividirt, zum Quotienten 2 giebt. Mithin muß der geringſte Zug des Kolbens größer als 2 Fuß ſeyn. Iſt die Höhe 20 Fuß, ſo iſt $20 \times 20 = 400$, und $\frac{406}{128} = 3,13$, welches zeigt, daß die Höhe, zu welcher der Kolben gezogen wird, in dieſem Falle größer ſeyn müſſe, als 3,13 Fuß. Wird die Höhe 12 Fuß geſetzt, ſo haben wir $12 \times 12 = 144$, und $\frac{144}{128}, = 1,12$, welches weniger iſt, als die geringſte Länge für den Zug des Kolbens. Und dieſes mag von der Theorie der Pumpwerke genug ſeyn.

34. Nun muß ich weiter zu den Beſchreibungen zwoer oder dreyer nützlicher Pumpen fortgehen; vorher aber einige Nachricht von derjenigen Art der Klappen,

oder

ſel *abcd*; eben dieſes geſchiehet eins um das andere vermit-

oder eigentlicher zu reden Kegelventile geben, welche ich für ſehr gut erachte, und die man daher an den Waſſermaſchienen füglich anbringen ſollte, wo Klappen nöthig ſind. Es ſey demnach ABGD der Kegel für einen Kolben oder ein jedweder anderer Theil, zu welchem eine Klappe erfordert wird; in der Mitte deſſelben iſt ein cirkelrundes ſpitziger zugehendes Loch von oben bis unten, in welches der Kegel EFGH paßt, in welchen das Stück IK in den untern Theil GH hinein und wieder heraus geſchraubt werden kann. Man ſchraubt es aber alsdenn heraus, wenn das ererwehnte dichte Stück EG in das Loch AG geſteckt wird; und alsdenn wieder hinein, wenn ſich beyde Stücke dergeſtalt in einander befinden, wie die Figur LMNO zeigt, das Stück EG wird alſo nunmehr eine Klappe oder Kegelventil, welches das Waſſer zwar in die Höhe läßt, aber nicht wieder herunter.

Tab. XIX. Fig. 7.

35. Daß aber das Waſſer, wenn es unten gegen den Boden ON drückt, in die Höhe ſteigt, iſt aus der kögelförmigen Geſtalt dieſes Stückes leicht zu begreifen, und weil es blos mit ſeiner Schwere in dem Loche ruhet. Die Länge des Zapfens bey K iſt von der Beſchaffenheit, daß eine ſolche Klappe oder Ventil das Waſſer durchläßt, indem ſchon ſo viel Raum zwiſchen beyden, dem kegelförmigen Stücke und dem Loche, entſtehet, daß das Waſſer frey durchdringen kann; damit aber der Kegel nicht ganz und gar aus dem Loche gehoben wird, ſo hat man den Steg I hinzu gethan, welcher länger iſt, als die untere Oefnung des Ventils *.

36. Wird

* In Deutſchland wird dieſes Kegelventil auf die Weiſe beſſer gemacht: daß ſich der Steg I unten queer durch die Oefnung DG erſtreckt, wo er eingegoſſen iſt. In der Mitte hat er ein Loch, in welchem ſich der unten mit einem Knopfe verſehene Zapfen K, welcher mit dem obern Ende mitten in den untern Theil des Kegels geſchraubt wird, nachdem man ihn vorher in das Ventilgehäuſe gethan hat, frey auf und nieder bewegen kann.

vermittelſt des andern Stiefels WX, und des
E 4 Kol-

36. Wird nun der Kegel EG nebſt ſeinem Ventilgehäuſe AG von Meſſing gemacht und beyde mit Smergel und Zinnaſche vermittelſt eines Bohrbogens dergeſtalt in einander polirt; daß ſie recht paſſen; ſo wird zwiſchen ihnen nicht nur kein Waſſer, ſondern ſo gar nicht einmal Luft durchdringen; und dieſes noch um deſto mehr, wenn beyde nur mäßig mit Smergel oder Zinnaſche, gerieben werden. Denn wenn ſie ſo ſtark bis zum poliren gerieben ſind, ſo entſteht zwiſchen beyden Theilen, eine ſo gar ſtarke anziehende Kraft des Zuſammenhanges, welche es verhindert, daß ſich der Kegel nicht ſo frey heben kann, als es nöthig iſt. Ja man hat zuweilen gefunden, daß dieſe Stücke dergeſtalt ſtark zuſammen hängen, daß ſie die Gewalt des in die Höhe ſteigenden Waſſers nicht hat überwinden können. Aller dieſer Unbequemlichkeit aber wird dadurch abgeholfen werden, und alles nach Verlangen von ſtatten gehen, wenn die Stücken ſo zubereitet werden, als ich es eben angegeben habe: und die vielfältige Erfahrung hat mich überzeugt, daß dieſes Verfahren unter allen, die ich verſucht habe, das beſte ſey.

37. Die gewöhnliche Saugpumpe, wie ſie gemeinig- Tab. XIX.
lich genennet wird, iſt ſchon in der vorhergehenden Fig. 8.
Theorie dergeſtalt ausführlich beſchrieben, daß kaum etwas zu ihrer fernern Erklärung hinzu gefügt werden darf. Nichts deſto weniger aber habe ich doch in einer Figur ein Pumpwerk beſchrieben, in welchem A den Sammelkaſten vorſtellet, AB die in dem Waſſer EF ſtehende Röhre oder den Stiefel, GD die Kolbenſtange mit dem Kolben, dem Klappenventile D, und die Klappe C, durch welche, wenn ſie ſich öffnet, das Waſſer in die Höhe ſteigt.

38. Ein Druckwerk von der gemeinen Art, wird auf Tab. XIX.
nachfolgende Weiſe gemacht. AB iſt der im Waſſer Fig. 9.
des Brunnens oder Grube bey B ſtehende Stiefel; GC die Kolbenſtange; und C ein dichter Kolben ohne einem Loche oder Klappe; weil durch daſſelbe kein Waſſer durchgehen darf, wie bey dem vorhergehenden Saugwerke. Dieſer Kolben aber muß wohl mit Leder überzo-

Kolbens S in demſelben. Der Luftkeſſel wird
dadurch

überzogen ſeyn, damit es den Stiefel genau ausfüllt, und, wehrend ſeiner Bewegung auf und nieder, zwiſchen beyden ſo wenig Luft als Waſſer durchdringen kann. In einer gewiſſen Entfernung aber unterwärts liegt ein Ventil mit ſeiner Querklappe in dem Stiefel bey D. Zwiſchen dieſem und dem unterſten Ende des Kolbens C geht eine Röhre bey H zur Seite heraus, in welcher ein Querventil mit ſeiner Klappe bey E befeſtiget iſt. Wird nun der Kolben von C gegen A in die Höhe gezogen, ſo verdünnet er die Luft über D; wodurch denn das Waſſer in den Raum CD dringt. Drückt man aber den Kolben wieder nieder; ſo kann das Waſſer bey D nicht wieder zurück, ſondern muß in die Röhre bey H dringen, und durch ihr Ventil E in die Ciſterne F ſteigen, welches etwas höher über der Pumpe liegen kann, und wo denn das Waſſer heraus ſprützt.

39. Ein **Hebewerk** iſt nichts anders als ein Druckwerk, obgleich wohl von einer andern Geſtalt und Bauart. AB iſt der in dem Rahmen IKML befeſtigte Stiefel, welcher erſtere mit dem untern Ende in dem Waſſer unbeweglich iſt, und aus welchem letztern das Waſſer heraus gedruckt werden ſoll. GEQHO iſt ein Rahmen mit zween eiſernen Stäben, welche ſich in Löchern in dem untern und obern Theile IK und LM bewegen; in dem Boden dieſes Rahmens QH iſt ein umgekehrter Kolbenſtock BD mit ſeinem Kolben und Ventile oben bey D befeſtigt. Auf dem obern Theile des Stiefels gehet der Theil FR zur Seite, welcher entweder an dem Stiefel feſt gemacht iſt, oder ſich mit einer Kugel in einer Nuß bewegt, welches letztere hierbey F vorgeſtellet iſt; beyde Theile aber müſſen in jedem der zween erwehnten Fälle ſo dicht zuſammen ſchließen, daß weder Waſſer noch Luft zwiſchen ihnen durch und in den Stiefel dringen kann; weil ſonſt dadurch die Würkung der Maſchiene vermindert würde. In dieſem Theile iſt bey C eine ſich aufwerts öfnende Klappe. Wenn nun der Kolbenrahmen herunter und in das Waſſer gedrückt wird; ſo tritt der Kolben gleichfalls herunter, das Waſſer unter demſelben dringet durch die Klappe D hinauf,

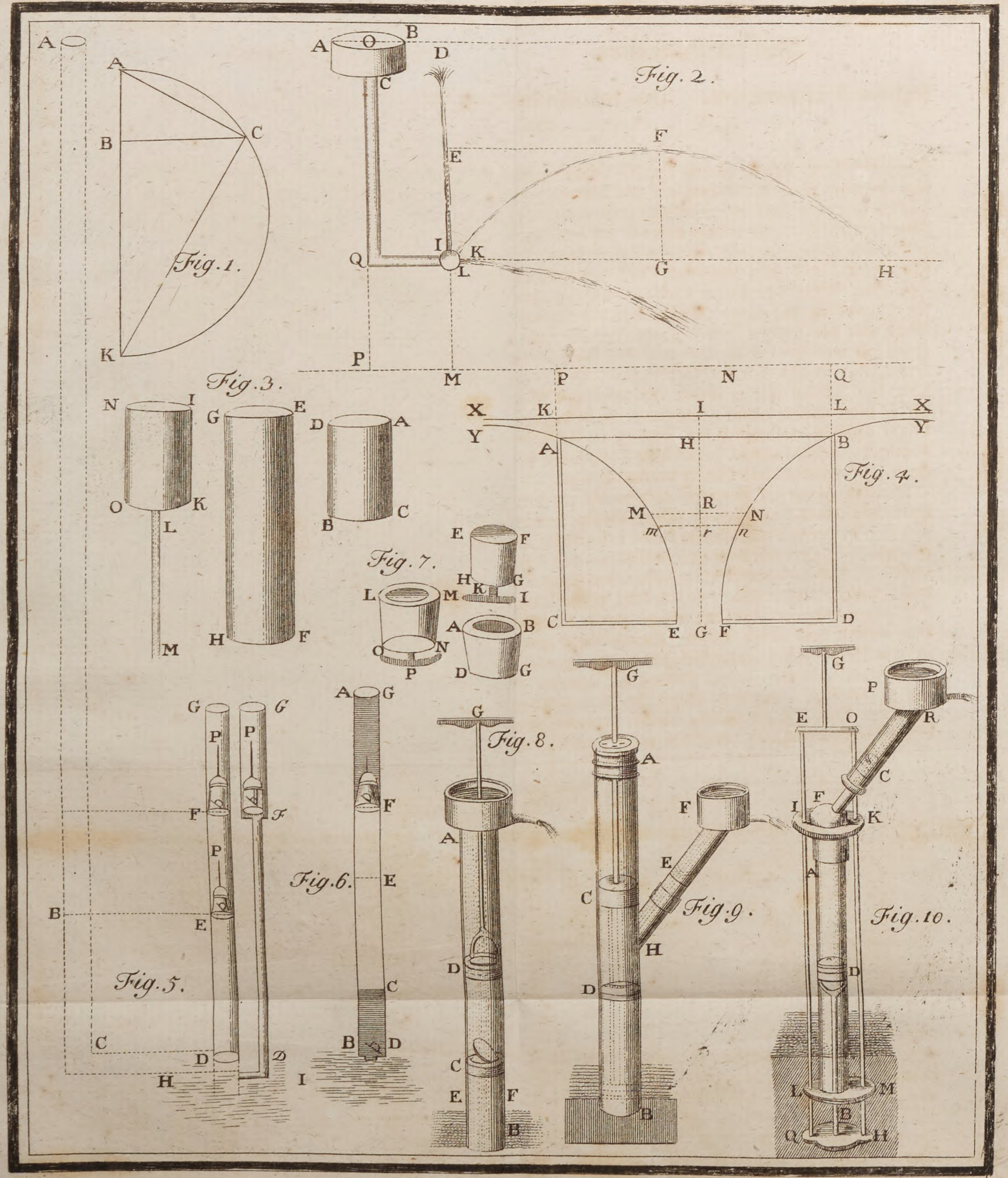


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

dadurch beſtändig mit Waſſer gefüllet; wel-

 ches

hinauf, und befindet ſich über dem Kolben. Wo denn, wenn der Kolbenrahmen abermal gehoben wird, der Kolben das Waſſer nach C in die Höhe und in die Ciſterne P drückt, wo es heraus ſprützt. Ueber dieſes iſt zu merken, daß dieſe Art der Pumpe ſo tief in dem Waſſer ſtehen müſſe, daß ſich der Kolben unter der Oberfläche deſſelben auf und nieder bewegen kann.

40. Die Queckſilberpumpe, oder diejenige, zu deren Würkung das Queckſilber gebraucht wird, muß ich jetzt zu nächſt beſchreiben. Sie iſt eine Erfindung des Herrn Joſhua Hoſkins, und der Herr Deſaguliers hat ſie nebſt ſeinem Werkmeiſter, Herrn William Vreem, zu ihrer gegenwärtigen Vollkommenheit gebracht. Weil nun dieſe Maſchine eine der allerbeſonderſten Erfindungen in den neuern Zeiten iſt; ſo muß ich ſie ein wenig ausführlich beſchreiben. Dieſe Beſchreibung aber werde ich von demjenigen Modelle machen, welches ich zu dem Ende habe verfertigen laſſen, die Natur und Würkung dieſer Pumpe denenjenigen deſto deutlicher zu erklären, welche meine Vorleſungen der Weltweisheit beſuchen. Dieſes Modell verrichtet ſeine Würkung ſehr gut, und iſt in der gegenwärtigen Figur in ſeiner eigentlichen Größe vorgeſtellet.

41. AB iſt eine Ciſterne, oben über einer metallenen Röhre PQOR befeſtigt, die an beyden Enden PR und QO offen iſt. Gegen den obern Theil der Röhre bey F iſt eine krumme Röhre FG eingefugt oder eingelöthet, deren Oefnung in die vorhergehende größere geht; an derem Ende G aber iſt eine Glasröhre GH angekittet, und unten in einer hohlen Büchſe LK befeſtigt, welche aus der Urſache voller Löcher iſt, damit das Waſſer hinein dringen kann, wenn ſie unter demſelben ſteht. MNST iſt eine äußere oben bey MT offene und unten an dem Boden NS verſchloſſene Röhre; an deren Boden eine andere Röhre VXYW ſtark befeſtigt, und oben bey XY verſchloſſen iſt. Dieſe innere Röhre kann eben ſo wohl ein dichtes Stück Holz oder Cylinder ſeyn, wie bey meinem Modelle. Gedachte innere Röhre oder hölzerne Cylinder geht oben

Tab. XX. Fig. 1.

in

ches denn die Luft über der Oberfläche deſ-
ſelben

in eine Röhre OQPR, und zwar, da dieſe mit der äuſ-ſern Röhre MNST, wie aus der Figur erhellet, umgeben iſt. In dem untern Theile der Röhre bey H iſt ein Ventil mit einer Klappe I, welche ſich alsdenn aufwerts öffnet, wenn der luftleere Raum entſteht, und das Waſſer in die Höhe ſteigt. Bey CD iſt in der Hauptröhre überhalb dem Orte, wo die krumme eingefugt iſt, ein ander Ventil mit einer Klappe E, welche ſich ebenfalls aufwerts öffnet, und das Waſſer in den Theil hinein läßt, wenn es durch den Theil des Druckwerks hinein gedruckt wird.

42. Nachdem nun die Beſtandtheile dieſer Maſchine beſchrieben ſind, ſo muß ich nunmehr auch die ganz beſondere Art zeigen, wie ihre Bewegung vermittelſt des Queckſilbers geſchiehet; welches denn zu eben dem Ende in die äußere Röhre MS geſchüttet wird, welche, wenn ſie an ihrem gehörigen Orte der Pumpe befeſtigt worden, macht, daß das Queckſilber in zwo hohlen Cylinderſchalen in die Höhe ſteigt: die eine derſelben ſchließt die Röhre der Pumpe auswärts ein; die andere aber die innere Röhre, oder vielmehr den dichten Cylinder XQ, wie es in der Figur bey *a*, *b* und *c*, *d*, vorgeſtellet iſt. Auf dem Boden befindet ſich blos eine Cylinderſchaale, weil die mittlere Röhre nicht bis auf dem Boden reicht, und daher den Raum VOQW leer läßt.

43. Aus dieſer Beſchreibung wird man leicht einſehen, daß der Theil COQD die Stelle des Stiefels, FGH aber der Saugröhre, der innere Cylinder QX den Kolben, bey einer gemeinen Pumpe, vertritt, das Queckſilber unten an dem Boden aber die Stelle des Leders an dem Kolben: denn dieſes verhindert die Gemeinſchaft der äußern Luft mit dem innern Theile des Stiefels, wo ſonſt der luftleere Raum gemacht werden muß. Hieraus iſt nun klar, daß, wenn man die äußere Röhre MS nieder läßt, ſie den innern Cylinder XQ zugleich mit ſich herunter führt, und ſowohl in dem Stiefel als der Saugröhre einen ziemlich großen Raum verurſacht, in welchem die Luft weiter ausgedehnt und mehr verdünnet

ſelben in dem Gefäße ſtark zuſammen drückt,
und

net wird, ſo, daß ihre Federkraft abnimmt. Hieraus aber folgt, daß das Waſſer durch das Ventil bey I in die Röhre tritt, und das Queckſilber in der innern Cylinderſchale, durch den Druck der Luft auf die äußere Cylinderſchale, ſo lange in die Höhe ſteigt, bis das Gleichgewicht wieder hergeſtellet iſt: da denn die Höhe des geſtiegenen Waſſers ohngefehr 14mal ſo groß iſt, als die Höhe des Queckſilbers.

44. Wird nun die Röhre SM abermal gehoben, ſo wird die Luft in dem Stiefel wieder zuſammen gedrückt; und weil ihre Federkraft hierdurch zunimmt, ſo drückt ſie auf das Waſſer, das Queckſilber der innern Cylinderſchale, und die Klappe E. Das Waſſer über der Klappe I aber, kann ſich nicht bewegen, weil dieſe Klappe unten verſchloſſen iſt; ſeine ganze Kraft drückt alſo auf das Queckſilber und die Klappe E; es würkt daher auf die innere hohle Cylinderſchale des Queckſilbers und treibt es ſo weit herunter, daß es mit der äußern Cylinderſchale, als bey *a b*, und *c d* gleich hoch ſteht. Alsdenn aber iſt der Druck allenthalben gleich, nemlich ſo wohl auf die innere als äußere Cylinderſchale, und auf die Klappe E. Wird nun hierauf die Röhre abermal gehoben, ſo wird die Luft ferner zuſammen gedrückt, weswegen denn ihre Federkraft ſtärker wird, als die Federkraft der äuſſern Luft, welche daher überwogen, und dadurch die Klappe E ſo lange geöfnet wird, bis ſo viel heraus gefahren iſt, daß der Reſt davon der äußern Luft wieder das Gleichgewicht hält. Die beyden Cylinderſchalen von Queckſilber aber, halten der äußern Luft beſtändig das Gleichgewicht, ſo lange, als die Luft aus der Klappe herausgeht; und zwar aus der Urſache, weil der Druck inwendig nicht größer iſt, als auswendig.

45. Widerhohlt man dieſes Verfahren zum zweyten male, ſo wird die Luft noch mehr verdünnet, das Waſſer ſteigt abermal in der Röhre, und dieſes ſo lange, bis die Saugröhre und Pumröhre eben ſo voll ſind, wie bey der gemeinen Pumpe. Woraus denn erhellet: daß eben diejenigen Lehrſätze, welche wir in den vorhergehenden Artikeln feſt geſetzt haben, hier eben ſo ſicher angewen-

und dadurch ihre Federkraft vermehrt; und

gewendet werden können, als dort. Wollte man nun eine ſolche Pumpe im Großen zu einem würklichen Gebrauche machen; ſo müßten die Verhältniſſe nachfolgende ſeyn. Die Länge der äußern Röhre MN = 30 Zolle; der innern Röhre XO = 31 Zolle; der Durchmeſſer des innern Cylinders XY oder QO = 6 Zollen; die Dicke der äußern Röhre = $\frac{1}{10}$ Zoll, der mittlern = $\frac{8}{100}$ eines Zolles, der innern $\frac{13}{000}$ Zoll, und der Boden der Röhre ZO müßte etwan bis auf 1 Zoll inwendig zu der äußern Röhre NS kommen.

46. Durch dieſe Verhältniſſe wird allemal Stärke genug erhalten, wenn die Röhren oder Stiefels von Kupfer oder gegoſſenem Eiſen, und einen Zoll im Durchmeſſer, gemacht werden, damit die Entfernung zwiſchen jeden $\frac{1}{20}$ Zoll iſt; welches denn gar gut erhalten werden kann, wenn man die Röhren auf einer Drehbank genau abdrehen läßt. Der Queerdurchſchnitt eines Theils des Umfanges dieſer Röhren nebſt ihren Dicken und darzwiſchen befindlichem Raume, ſiehet man Fig. 2, wo AB die äußere, CD die mittlere, und EF die innere Röhre iſt. Die Zwiſchenraume aber ſind aus der Urſache ſo enge, weil ſonſt eine ſo gar große Menge Queckſilber erfordert wird, ohne die Würkung der Maſchine dardurch zu verſtärken. Weil die flüßigen Weſen blos nach ihrer Höhe drücken, aber nicht nach der Menge.

47. Wenn nun jeder Theil zum Gebrauche fertig iſt, und das Queckſilber 24 Zolle hoch, wie ſolches bey *a*NS*d* vorgeſtellt iſt, hinein geſchüttet worden; die Pump- und Saugröhre mit Waſſer ſo gefüllet ſind, daß die ganze Pumpe voll iſt, und mit der äußern Luft im Gleichgewichte ſteht; alsdenn aber die äußere Röhre MS durch einen Raum von 14 Zollen herunter bewegt wird: ſo hört im Anfange der Bewegung das Gleichgewicht in der Röhre auf, weil ein größerer Raum entſtehen müßte, indem der innere Cylinder XQ herunter tritt, welches aber, wegen des Druckes der Luft auf das Waſſer bey H, und auf das Queckſilber in der äuſ-ſern

und endlich dergeſtalt zunimmt, daß ſie
mit

fern Cylinderſchale bey *a* und *d*, nicht geſchehen kann. Ueber dieſes auch der Druck der Luft auswärts bey H und *a*, gleich iſt; aber inwendig auf die Klappe I, und die innere Cylinderſchale von Queckſilber *b* und *c*, nicht. Weil nun dadurch die Klappe nebſt dem ſämmtlichen Waſſer in der Röhre darüber, niedergedruckt wird, dieſe Kraft ſich wie die Höhe C*g* verhält, und die Oberfläche des Quechſilbers der innern Cylinderſchale bey *b* und *c*, nur von der Höhe des Waſſers C*b* gedrückt wird; ſo kann das Waſſer bey I nicht eher hinein laufen, bis der Druck auf *b* und *c* demſelben gleich wird: welches denn geſchieht, wenn die Höhe der innern Cylinderſchale bey *b*, größer iſt, als der äußern bey *a*, und zwar ohngefehr den 14ten Theil des Unterſcheides zwiſchen den Höhen *bg*. Weil nun alsdenn der Druck bey *b* und I gleich iſt; ſo wird durch die Bewegung des Cylinders XQ herunterwerts, das Waſſer durch die Klappe I herauf getrieben, und die Höhe des Queckſilbers in der innern Cylinderſchale jederzeit größer ſeyn, als in der äußern, ſo, daß der Ueberſchuß ohngefhr $\frac{1}{14}$ von *bg*, oder der Höhe des Punktes *b* über dem Waſſer bey H, beträgt.

48. Wenn die äußere Röhre in ihrer niedrigſten Lage iſt, ſo ſteht das Queckſilder in der innern Cylinderſchale, faſt oben bey XY des innern Cylinders, und in der äußern Cylinderſchale hat es alsdenn nur eine geringe Höhe *a*O, oder Q*d*. Wird die Röhre MS wieder in die Höhe gezogen, ſo drückt die innere Röhre XW oder Cylinder das Waſſer in die Pumpe, wodurch denn dieſes ferner auf den obern Theil der Klappe I, den untern Theil der Klappe E, und die Oberfläche des Queckſilbers bey *b* der innern Cylinderſchale, drückt. Die Klappe I ſchließt es alſo zu, die Klappe E bemüht es ſich zwar, zu heben, dieſes kann aber nicht eher geſchehen, bis das Queckſilber in jeder Cylinderſchale gleich hoch ſteht, und beyde der äußern Luft, welche ſo wohl auf die Oberfläche des Queckſilbers, in der äußern Cylinderſchale *a*, als auf die Klappe E drückt, das Gleichgewicht halten. So wie nun hierauf die Röhre MS ferner

mit einer großen Gewalt auf die Oberflä-
che

ferner aufwerts bewegt wird, ſo ſteigt das Queckſilber in der äußern Cylinderſchale, und der Druck auf die innere iſt nunmehr größer. Weswegen denn, für jegliche 14 Fuß, das Waſſer über die Oberfläche der innern Cylinderſchale *b* gedruckt wird; wodurch denn das Queckſilber in der äußern ohngefehr einen Fuß hoch ſteigt.

49. Weil aus der Bauart dieſer Pumpe, die Theorie von ihrer Würkung, von denen vielleicht nicht ſo deutlich verſtanden werden wird, welche ſie nicht durchgehens genau betrachtet haben, (wie ich denn ſolches aus der öftern Erfahrung in meinen Vorleſungen alſo gefunden); ſo habe ich mich bemühet, dieſe Maſchine, vermittelſt einer Art des Hebers oder Pumpe von einer ſehr einfachen Geſtalt, noch deutllicher zu machen; deſſen Würkung indeſſen aber auf eben den Gründen beruhet, als dieſe zuſammen geſetzte Pumpe, die wir jetzt eben betrachten. Der Heber iſt HGFZNSM, wo HGF die Waſſerröhre, wie bey der Pumpe iſt, ZN aber ſtellt die innere Cylinderſchale vor, und MS die äußere; OFZQ iſt der Stiefel, in welchem ſich der Kolben XY bewegt, welcher aber keine Klappe hat, weil er nur zum Drucken beſtimmt iſt; und CR eine Außgußröhre, welche das durch die Klappe E gedrückte Waſſer ableitet. Aus allen dieſem wird man die Uebereinſtimmung zwiſchen dem Heber und der Mercurialpumpe leicht einſehen: weil die Würkung beyder vollkommen einerley iſt.

Tab. XX. Fig. 3, 4. 50. Denn es ſey das Queckſilber in die Schenkel MS und ZN gegoſſen, ſo ſteht es bey *a* und *b* gleich hoch. Nun nehme man an, der übrige Theil des Hebers ſey voll Waſſer, und der Kolben in die Höhe gezogen; ſo iſt klar, daß das Waſſer bey H die Klappe I nicht eher öfnen kann, bis die Queckſilberſeule in dem Schenkel ZN um ſo viel höher ſteht, als die in dem andern Schenkel MS befindliche, daß dieſer Ueberſchuß in der Röhre HF das Gleichgewicht hält; ſo wird der Druck der Luft auf das Waſſer H und das Queckſilber in dem Schenkel MS, gleich ſeyn; und ſo wie die Be-

wegung

che YZ des untern Waſſers drückt. Dieſes
ſteigt

wegung des Kolbens fortdauert, ſo wird auch das Waſſer und Queckſilber ebenfalls auf gleiche Weiſe mit eben der Kraft gehoben werden; und zwar ſo, daß das Queckſilber einen Zoll, für jegliche 14 Zolle ſo lange ſteigt, bis der Kolben ſtille ſteht.

51. Wenn nun dieſes geſchieht, ſo ſteht die Oberfläche des Queckſilbers in dem Schenkel ZN bey *c*, und die Oberfläche in dem Schenkel MS bey D. Wird nun der Kolben abermal herunter gedrückt, ſo macht er, daß das Waſſer die Klappe I ebenfalls zudrückt, auf das Queckſilber bey *c* würkt, und auf die Klappe bey E; der Druck der Luft bey E aber geſtattet es nicht, daß ſich die Klappe eher hebt, bis der Druck inwendig größer iſt, als auswendig; welches aber nicht eher geſchehen kann, bis die Oberfläche des Queckſilbers in dem äußern Schenkel MS höher iſt, als in dem innern. Weswegen denn das Queckſilber, bevor ſich noch die Klappe E öfnen kann, in einem jedweden Schenkel, bey *a* und *b*, gleich hoch ſtehen muß; worauf denn das Queckſilber in dem äußern Schenkel M dergeſtalt ſteigt, daß es mit dem Waſſer in der Ausgußröhre RC, und dem Theile C*e* des innern Schenkels, beſtändig im Gleichgewichte iſt; da wir denn annehmen, das Queckſilber ſtehe bey *e* in dem innern, und bey *f* in dem äußern Schenkel. Weswegen denn die gedachte Höhe des Waſſers ohngefehr 14mal ſo viel betragen wird, als die Höhe *df* oder *ce*. Ich glaube, man wird alles dieſes aus den gemeinen hydroſtatiſchen Gründen leicht verſtehen, und wenn man dieſes verſtanden hat, eben ſo wohl die Natur der jetzt beſchriebenen Pumpe und deren Würkung gleich leicht einſehen: weil beyde Maſchinen beynahe einerley ſind; nur daß ihre Theile eine etwas veränderte Lage haben.

52. Aus dieſer Theorie von der Queckſilberpumpe, kann man leicht den Schluß machen daß, wenn man eine machen will, der Theil ZFOQ in der Mitte der Höhe, auf welche das Waſſer von H bis zu der Ciſterne ſteigt, angebracht werden müſſe, welche es nachher in ſich faſſet und es ableitet: oder bequemer, die waſ-
ſerrechte

ſteigt daher durch die enge Röhre *fe*, zu dem

ſerrechte Oberfläche *abcd* des Queckſilbers, wenn die Pumpe voll und eben in ihrer Würkung iſt, muß in dem Mittelpunkte der Linie P*g* ſeyn. Die Urſache iſt, weil wehrend dem Herunter- und in die Höheſteigen der Röhre MS, die Unterſcheide zwiſchen der Höhe der äußern und innern Cylinderſchale *ad* und *cb* gleich, und in jedem Falle der 14te Theil der Höhe des Waſſers oder über demſelben ſind.

53. Wenn wir nun annehmen, die ganze Höhe von dem Waſſer an, bis zu dem Kolben ſey P*g* = 60 Fuß; alsdenn *a*P = *ag* = 30 Fuß oder 360 Zolle; ſo iſt 14) 360 (26 beynahe, das iſt, der Unterſcheid der Höhen, in den Queckſilbercylinderſchalen, beträgt ohngefehr 26 Zolle. Die Stelle alſo, wo ſie mit einander gleich hoch ſtehen müſſen, iſt wenigſtens 13 Zolle unter M, oder das Queckſilber muß beynahe zu einer Höhe bey N*a* hinein geſchüttet werden, welche größer iſt, als ohngefehr 15 oder 16 Zolle, oder höchſtens 17 deren. Iſt die Höhe P*g* größer, als 60 Fuß, ſo müſſen die Röhren MS u. ſ. f. Verhältniß mäßig erweitert werden,

Tab. XX. Fig. 5. 54. Die Menge des Queckſilbers in den Cylinderſchalen zu berechnen, ſey ADBC der Inhalt des obern Theils des innern Cylinders XY, und EHFG der Inhalt der Oberfläche der innern Cylinderſchale von Queckſilber, welche jenen umgiebt. Weil nun AB = 6 Zollen, ſo haben wir $(AB)^2 \times 0{,}7854 = 36 \times 0{,}7854 = 28{,}274$ = dem Inhalte des Cirkels ADBC. Weil ferner der Durchmeſſe EF = 6,1 iſt, ſo kommt für den Inhalt des Cirkels EHFG, $(EF)^2 \times 0{,}7854 = 29{,}224$; es iſt aber $29{,}224 - 28{,}274 = 0{,}95$ Zollen, als dem Inhalte der einförmigen Oberfläche des Queckſilbers. Weswegen denn $26 \times 0{,}95 = 24{,}7$ Cubiczolle Queckſilber in einer Höhe von 26 Zollen in der innern Cylinderſchale enthalten ſind. Weil nun dieſes weniger iſt als der Inhalt des inwendigen dichten Cylinders 28,274; ſo erhellet daraus, daß, ehe die äußere Röhre MS um einen Zoll ſinken kann, das Waſſer

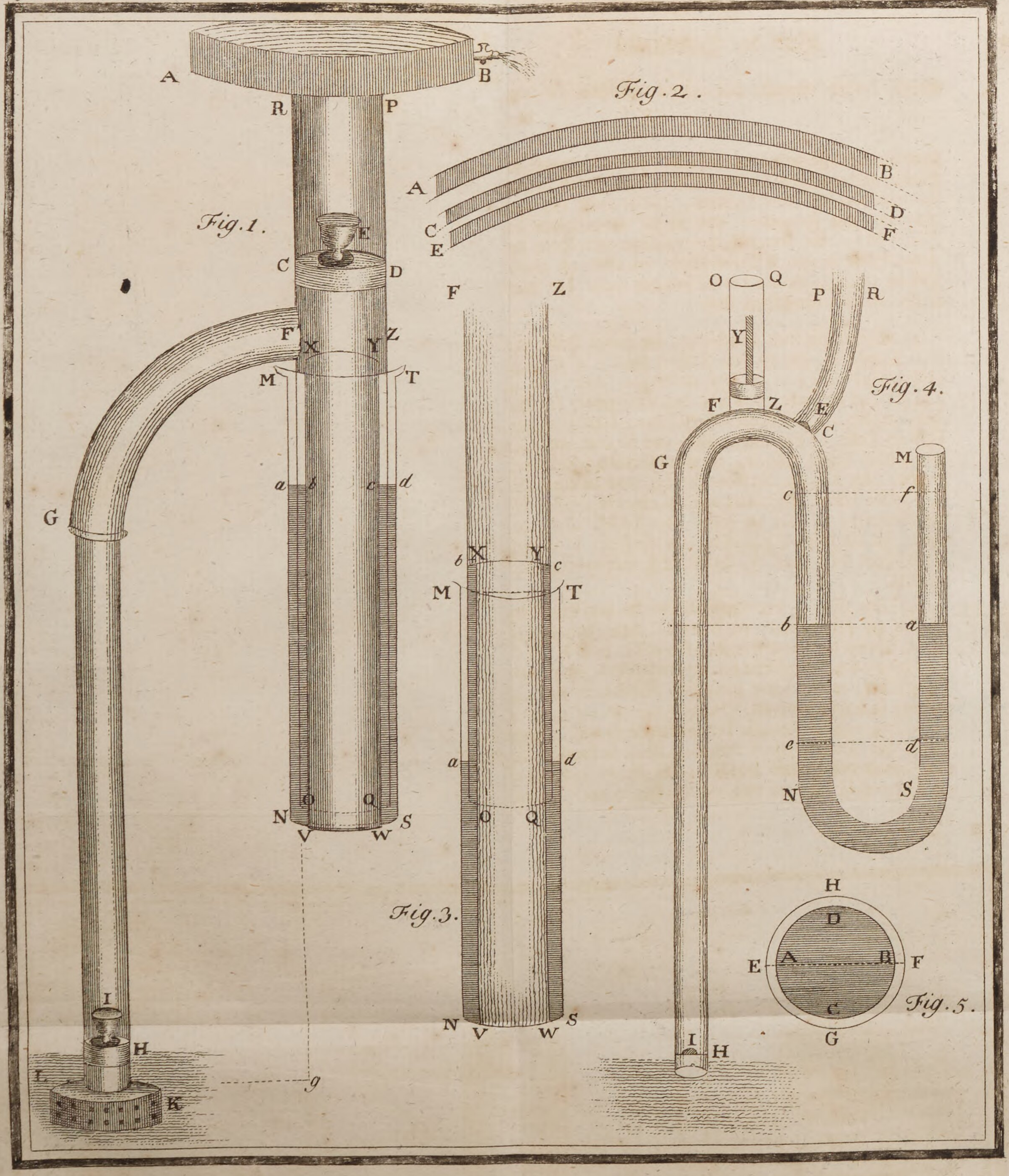


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

1

dem Hahne *eg*, welcher verſchloſſen werden kann.

Waſſer bey H, ohngefehr 30 Fuß unterwärts, zu ſteigen anfangen müſſe.

55. Weil ſich ferner die Kreiſe der Cirkel wie ihre Durchmeſſer verhalten, die Durchmeſſer dieſer Cylinderſchale aber, wie 6,1 zu 6,36 (N. 45); ſo iſt 6,1 : 6,36 = 0,95 : 0,99 oder 1 Zoll; das iſt, ein jeder Zoll der Höhe in der äußern Cylinderſchale iſt 1 Cubiczoll; und wenn daher die Röhre MS durch den Druck beynahe um einen Zoll herunter getreten iſt, ſo drückt das Waſſer die Klappe E in die Höhe, und das Queckſilber ſteht alsdenn ohngefehr in der äußern Cylinderſchale 26 Zolle hoch.

56. Iſt aber das Waſſer gar 30 Fuß niedriger als die Ciſterne, ſo ſind die Höhen des Queckſilbers in den Cylinderſchalen alsdenn nur halb ſo groß als vorher, nemlich 13 Zolle über einander; alsdenn ſind 12,35 Cubiczolle der innern Cylinderſchale einer Höhe von 13 gleich, auf welche daher, wenn die Röhre MS um weniger herunter bewegt wird, als nur einen $\frac{1}{2}$ Zoll, das Queckſilber in der innern, durch das eben ſo hoch Hinaufbewegen aber, in der äußern Cylinderſchale ſteigen wird. Wenn alſo der Zug oder Druck der Cylinderſchale MS um 15 Zolle herunterwerts iſt, ſo geht weniger als der 30ſte Theil dieſes Zuges verlohren, oder der 30ſte Theil der ſämmtlichen Arbeit, welche auf das Pumpen verwendet wird. Und wenn die Queckſilberſchale nur halb ſo dicke iſt, als wir hier angenommen haben, ſo beträgt der Theil der verlohrnen Arbeit $\frac{1}{60}$ des ganzen; welches viel weniger iſt, als bey einer jedweden andern Pumpe von dieſer Art.

57. Weil der Inhalt der Fläche des Kolbens XW, 28,274 Zolle beträgt, ſo hebt ein jeder Zoll von ſeiner Bewegung $\frac{28,274}{282}$ Theile eines Gallon, oder $\frac{28,274}{17766}$ Theile eines Oxhoft; das iſt 28,274) 17766

kann. Wenn man nun denſelben öfnet; ſo
ſprützt

(= 628,4 Zolle der Bewegung für ein Oxford. Mithin heben $52\frac{3}{10}$ Züge, jeder zu 12 Zollen gerechnet, ein Oxhoft. Und dieſes, wenn das Gewicht nicht größer iſt, als 10 Fuß, auf welche das Waſſer ſteigt, kann füglich von einem Menſchen in einer Minute geſchehen, und er kann dieſe Arbeit den ganzen Tag über ausſtehen, ohne daß ſie ihm beſchwerlich wird: wie dieſes auch ſo durch die Erfahrung beſtätiget wird. Mithin kann man dieſes als die allergrößeſte Würkung anſehen, die nur von einer hydrauliſchen Maſchine erwartet werden kann, durch welche das Waſſer auf eine jede Höhe gehoben wird; es wäre denn, daß man etwas vollkommeners und vollſtändigers von eben dieſer Art entdeckte, als diejenige Pumpe iſt, die wir eben beſchrieben haben.

58. Eine andere vortreffliche Pumpe, welche eigentlich eine Art des Hebewerks iſt, haben die Herren Goſſet und de la Deville erfunden, und es in dem Garten des Königs zu Paris angelegt. Dieſe Pumpe hat dieſe beſondere Eigenſchaft, daß der Kolben in derſelben keine Reibung leidet. Die Geſtalt und Bauart Tab. XXI. Fig. 1. alſo iſt nachfolgende. ABCDEFGHIKL iſt eine Art der Kolbenröhre, welche den Kolben einſchließt. Dieſe Röhre beſteht aus zween Theilen, dem obern ABCIKL, und dem untern DEFGH, welche in einander paſſen. Der Kolben darinnen iſt *ab*, und beſteht aus einem cirkelförmigen Stücke Holz, um welches ein Stück wohlgetränktes Leder, von einer cirkelförmigen Geſtalt befeſtigt, und ſo weit iſt, daß, wenn der Kolben auf dem Boden der Kolbenröhre ſteht, ſich das Leder bis an die Seiten deſſelben bey D, H rund umher verbreitet. Der auf dieſe Weiſe mit ſeinem Leder an dem obern Theile in dieſer Lage befindliche Kolben, wird auf das Leder herunter gedrückt, und alsdenn beyde Theile ſehr dicht zuſammen geſchraubt. Wie dieſes aber eigentlich geſchehen müſſe, wird man aus der Figur leicht ermeſſen, in welcher *igfdhk* das Leder bedeutet, welches durch die Fugen der Kolbenröhre geht.

59. Auf

ſprützt das Waſſer durch die Röhre bey *h* her=
F 2 aus,

59. Auf dem obern Theile des Kolbens iſt entweder ein cirkelförmiges Stück Eiſen oder Holz, oder auch von einer andern beliebigen Geſtalt, befeſtigt, welches wir mit *def* bezeichnet haben, an deſſen obern Theile bey *e* die Kolbenſtange feſt gemacht iſt, vermittelſt welcher der Kolben aufwerts gegen den Theil der Höhlung *ln* gezogen und von hier wieder herunter gedrückt wird, wenn das Werk arbeitet. Weil nun der Durchmeſſer des Kolbens kleiner iſt, als der Durchmeſſer der innern Höhlung der Kolbenröhre; ſo iſt klar, daß jener, wehrend ſeiner Bewegung auf und nieder, keine Reibung leidet, weil keine Theile vorhanden ſind, an welchen er ſich reiben kann: welches denn durch eine ſolche Einrichtung erhalten worden iſt, daß man ihn ſo zu ſagen, an einem Leder aufgehängt hat.

60. An dem untern Theile oder dem Boden der Kolbenröhre iſt eine Röhre FO befeſtigt, durch welche das Waſſer aus einer Höhle der Erde oder Brunnen bey O, in die gedachte Röhre, durch ein Ventil bey *c*, gebracht wird. In der Mitte des Kolbens iſt ebenfalls ein ander Ventil *m*, welches ſich aufwerts öfnet. ALMN iſt eine Röhre, in welche das Waſſer bis zu der Ciſterne gehoben wird, aus welcher es nachher heraus lauft. Uebrigens wird man leicht einſehen, daß, ſo wie der Kolben in die Höhe gezogen wird, das Waſſer unten durch das Ventil *c* hinein trit, damit kein luftleerer Raum entſtehe; wenn aber der Kolben nieder gedrückt wird, das Waſſer in dem untern Raume, durch das Ventil bey *m*, in die Höhe dringen müſſe, weil ſich dieſes öfnet, das bey *c* aber zugedrückt, wodurch denn nach und nach das Waſſer in der Röhre AM in die Höhe bis zu der Ciſterne gehoben wird.

61. Eine andere beſondere Eigenſchaft dieſer Pumpe beſteht darinnen, daß die Züge des Kolbens nur ſehr kurz ſind; welche Kürze aber dadurch wieder erſetzt wird, daß man ihn deſto breiter macht, und die Züge in eben der Zeit deſto öfter geſchehen. Das einzige, was man wider ein ſolches Pumpwerk einwenden kann, beſteht darinnen: daß es beſtändig mit einer ſo großen Laſt von Waſſer beſchwert iſt, welche einer Waſſerſeule gleicht, deren Grundfläche die Breite oder Fläche des

Kolbens,

aus, welche an einer Kugel mit einer Nuß
befe-

Kolbens, die Höhe aber der Höhe von demſelben bis zu der Ciſterne gleich iſt: wie ſolches aus demjenigen leicht erhellen wird, was wir von der Erklärung des hydroſtatiſchen paradoxen Lehrſatzes beygebracht haben. Weswegen denn auch kein Vortheil dadurch erhalten wird, wenn man die Röhre ALMN enger macht; wo nicht ſolches beſondere Umſtände oder Bequemlichkeiten erfordern.

Tab. XXI. Fig. 2. 62. Des Archimedes Waſſerſchraube verdient nicht nur wegen ihres Altertums, eine beſondere Aufmerkſamkeit, ſondern auch, weil ſie mit einem ſo vorzüglichen Nutzen, bey der Erhebung des Waſſers, gebraucht wird. Sie beſteht aus einem langen Cylinder, nebſt einer hohlen Röhre oder Rinne, welche um ſie gewunden oder dergeſtalt in ſie geſchnitten iſt, wie es die Figur zeigt; wo der Cylinder durch AB, die Röhre oder Schnecke durch CD angedeutet wird, und welche letztere an beyden Enden offen iſt. Dieſe Schraube ſetzt man mit dem untern Ende, unter einer mit dem Horizonte ſchiefen Lage, in dasjenige Waſſer, welches weg gepumpt werden ſoll. Wenn nun das andere Ende, unter der Kurpel IK, unterſtützt iſt, ſo kann man, vermittelſt dieſer, die Schraube nebſt ihrem Cylinder herum drehen.

63. So bald nun die Schraube in das Waſſer geſtellt iſt, ſo ſteigt es in derſelben durch die Oefnung C ſo hoch bis zu dem waſſerrechten Stande EF in die Höhe; und wenn der Punkt der Schnecke, welcher, zu Anfange der Bewegung, in der Oberfläche des Waſſers lag, ſich nicht an der untern Seite des Cylinders befindet; ſo wird ſich das Waſſer bey der Bewegung der Schraube, in der um den Cylinder gewundenen Röhre, ſo lange in die Höhe bewegen, bis es zu einem Punkte kommt, welcher niedriger und in der Oberfläche des Waſſers liegt. Iſt es nun zu dieſem Punkte gelanget, welcher z. E. bey O ſeyn mag, ſo kann es alsdenn keinen andern Theil der Schraube mehr einnehmen, als den, welcher ſich an dem niedrigſten Theile des Cylinders befindet: denn es kann ſich
von O

befeſtigt iſt, aus deren obern Oefnung es mit

von O ſo wenig nach G als H bewegen, weil beyde über dem Horizonte höher erhaben ſind. Weil nun das Waſſer beſtändig in dieſem Zuſtande iſt, nachdem es in die Schraube ſo weit bis zu dem Punkte O in der Oberfläche deſſelben getreten; ſo iſt auch klar, daß es beſtändig auf der untern Seite des Cylinders liegen müſſe.

64. Dreht man aber den Cylinder herum, ſo wird jeder Theil der Schnecke von O bis D, nach und nach der erwehnte untere Theil des Cylinders. Mithin muß auch das Waſſer in der Schnecke nach und nach durch alle Theile in derſelben von O nach D, ſo in die Höhe ſteigen, daß es beſtändig auf eben die Art an die niedrigere Stelle tritt; das iſt, es muß zu dem untern Theile des Cylinders durch die ganze Länge der Röhre ſo lange hinauf ſteigen, bis es zu der obern Oefnung D kommt, wo es endlich heraus fließt, weil es daſelbſt nicht mehr unterſtützt wird. Woraus denn erhellet, wie ſehr ſich diejenigen Herren verſtoßen haben, welche, da ſie gern Wunderdinge behaupten wollen, vorgeben, das Waſſer ſtiege durch das Herunterſteigen in die Höhe; da ſie hingegen, um ſich' recht wunderſam auszudrücken, mit Wahrheit hätten ſagen müſſen: das Waſſer ſtiege aus der Urſache, weil es nicht in die Höhe ſteigen könne, das iſt, es ſteige aus der Urſache einen gewiſſen Weg, weil es keinen andern ſteigen könne; alsdenn aber hat man kein Wunder mehr.

65. Ferner muß ich noch, was das Pumpwerk anbetrifft, anmerken, daß kein einfaches Werk von dieſer Art, wenn es auch gleich vollkommen dicht gemacht iſt, das Waſſer, vermittelſt eines ſich auf und nieder bewegenden Kolbens, höher, als bis auf 32 oder 33 Fuß, heben könne; und wenn dieſes geſchehen ſoll, ſo muß der Zug des Kolbens ſich durch einen Raum von mehr als 8 Fuß bewegn: denn wenn $\frac{\frac{1}{4}aa}{h} = p$ = 8 Fuß, ſo iſt $a = 32 = h$ (N. 30, 31, 33.). Ich

großer Geſchwindigkeit, ſehr hoch oder weit, aber nur

ſage mit Bedacht, daß kein Pumpwerk das Waſſer höher als bis auf 32 Fuß durch einen einfachen Kolben heben werde; es kann aber auch dieſem Mangel dadurch nicht einmal abgeholfen werden, daß man mehrere Ventile in der Röhre unter dem Kolben anbringt; wie einige dieſen Rath gegeben haben.

66. Denn es ſey AB der Stiefel einer Pumpe, GF

Tab. XXI. Fig. 3. der Kolben, BF eine Röhre, welche von dem Stiefel bis zu dem Waſſer bey E. 60 Fuß weit herunter geht; B, C, D, E aber ſeyen 4 Ventile, welche in der Röhre 20 Fuß von einander angebracht ſind. Wird nun der Kolben von E nach F hinauf gezogen, ſo entſteht ein leerer Raum, das Ventil bey B aber wird ſich von dem Waſſer unter demſelben nicht in die Höhe heben: denn es kann ſich in dem Theile BC nicht ſelbſt heben, vielweniger das in dem Theile CD darunter, weil es mit dem Gewichte der auf ihm liegenden Waſſerſeule beſchwert iſt, und über dieſes von ſeinem eigenen zu gleich herunterwerts gedruckt wird. Mithin kann kein Theil der Waſſerſeule BF ſich von oder durch ſich ſelbſt bewegen. Nun kann aber nirgends eine Kraft angewendet werden, als bey E, wenn die ganze Waſſerſeule in Bewegung geſetzt werden ſoll; eben ſo wenig kann die ganze Seule bewegt werden, ohne daß ſich alle Ventile mit einem male öfnen. Diejenige Kraft alſo, welche bey E das Ventil heben ſoll, und folglich bey B ebenfalls, muß daher ſtärker ſeyn, als der Druck einer Waſſerſeule von 60 Fuß hoch, weil ſie dieſen überwinden ſoll. Die Luft aber hält nur einer Waſſerſeule von 33 Fuß das Gleichgewicht. Mithin kann jene die Klappe E ſo wenig als irgend eine der übrigen heben. Aus welcher Urſache denn das Waſſer in dem Stiefel einer einfachen Pumpe, ebenfalls nicht gehoben werden kann.

Fig. 4. 67. Nichts deſto weniger können wir doch das Waſſer, vermittelſt einer auf eine ſolche Art zuſammen geſetzten Pumpe, höher heben, wie ſie durch die Figur vorgeſtellt iſt, wo A die Kolbenſtange bedeutet, welche bey B in zween Theile getheilet iſt, deren einer in den Stiefel DE geht, und das Waſſer aus der Ciſterne EF

nur in einem ſehr dünnen Strahle, ſprützt, doch
F 4 allent-

ne EF zieht; der andere BC aber durch die erwehnte Ciſterne herunter geht, wo er bey C abermal in zween Theile getheilet iſt; wovon der eine in die Pumpe FG geht, und das Waſſer in die Ciſterne EF bringt; der andere Theil CH aber in den Stiefel IK darunter, und das Waſſer von K in die Ciſterne HI hebt. Wenn nun dieſe Pumpen zugleich arbeiten, ſo wird das Waſſer dadurch aus der Tiefe herauf gebracht; wo nicht ein jedweder Stiefel höher iſt als 32 Fuß.

68. Dieſe Materie muß ich mit der Beſchreibung noch Tab. XXI.
eines andern Verfahrens beſchließen, wie das Waſſer Fig. 5.
gehoben werden kann, und welches darinnen beſteht: daß man es blos durch die natürliche Würkung der Hitze und Kälte in die Höhe bringt. Dieſes aber geht auf folgende Weiſe zu. ABCD iſt ein ziemlich weites mit Waſſer bis zu der Höhe EF gefülltes Gefäß; der über demſelben befindliche Raum aber, mit Luft angefüllt. In dem obern Theile des Gefäßes iſt eine dünne Röhre GH befeſtigt, welche unter die Oberfläche des Waſſers bis nach K herunter trit. An dem untern Theile aber eine andere Röhre IW feſt gemacht; in einer jedweden derſelben aber ein Ventil, welches ſich aufwerts wie z. E. bey I und G öfnet. Das ganze Inſtrument iſt auf allen Seiten wohl und dicht verwahrt, ſo, daß keine Luft hindurch kann; mit dem untern Ende wird es in das Waſſer W, und in die heiße Sonne im Sommertage geſetzt, wodurch denn die Sonnenhitze die Luft in dem obern Theile der Ciſterne dergeſtalt verdünnet, daß ſie auf das unter ihr befindliche Waſſer drückt, es durch das Ventil G in der Röhre GH treibt, durch die Kälte der folgenden Nacht aber wieder verdicket wird, da denn der Druck der äußern Luft das Waſſer bey W in die Röhre WI treibt und das Gefäß täglich wieder vollfüllt. Auf dieſe Weiſe kann man das Waſſer in einer ziemlichen Menge zur Sommerszeit, oder in ziemlich heißen Erdſtrichen, heben.

69. Vermittelſt einer ſolchen Maſchine, wie die gegenwärtige iſt, kann man über dieſes auch verſchiedene andere

allenthalben, vermittelſt der Kugel und deren Nuß, hingeleitet werden kann [LXXVIII.].

Man

andere ganz artige Würkungen hervor bringen. Wenn daher ein cylindriſcher Deckel an dem obern Theile eines ſolchen Gefäßes befeſtigt wird, von welchem man die Röhren hinweg genommen hat; ſo kann es dergeſtalt gehoben werden, daß man die Sonnenſtrahlen zu Mittage damit auf dem Deckel des Gefäßes auffängt: wodurch denn die Luft inwendig dergeſtalt verdünnet wird, daß ſie einen ziemlich ſtarken Strom von Waſſer, durch einen kleinen Aufſatz an der Seite der Maſchine, heraus treibt; welcher Strom denn auf ein mit einer Welle verſehenes Rad fallen kann, welche zu Mittage, oder auch zu einer andern Zeit, eine Orgel, Clavier, oder anderes ähnliches und auf dieſe Art eingerichtetes Inſtrument ſpielt. Auch kann man eine Bildſeule machen laſſen, welche anfängt zu weinen, wenn die Sonnenſtrahlen darauf fallen, oder wenn man ihr mit Feuer nahe kömmt: und andere dergleichen ähnliche Einrichtungen oder Erfindungen mehr, dadurch hervorbringen.

Tab. XXII. Fig. 11. [LXXVIII.] 1. Das größte Kunſtſtück dieſer Maſchine aber beſteht darinnen, ſie ſo einzurichten, daß man einen beſtändigen Strom durch ſie erhält: welches denn vermittelſt der Zuſammendrückung und der daher rührenden Federkraft der Luft in der Pumpröhre, die man gemeiniglich den **Windkeſſel** *abcd* nennt, erhalten wird. Denn weil die Luft ein federartiges flüßiges Weſen iſt, ſo läßt ſie ſich durch das Zuſammendrücken in gewiſſen Graden, vermittelſt des Waſſers, durch die Klappenventile I und K treiben; und weil die Federkraft der Luft ſich beſtändig umgekehrt wie der Raum verhält (wie wir hernach zeigen werden); ſo folgt: daß, wenn der Windkeſſel halb mit Waſſer angefüllt, die Luft dadurch um die Hälfte des Raums zuſammen gedrückt iſt, welchen ſie vorher in ihrem natürlichen Zuſtande einnahm: weswegen denn ihre Federkraft noch einmal ſo groß wird, als vorher.

2. Dieſe Federkraft aber war anfänglich dem Drucke der äußern Luft gleich: denn wenn ſie dieſes nicht geweſen

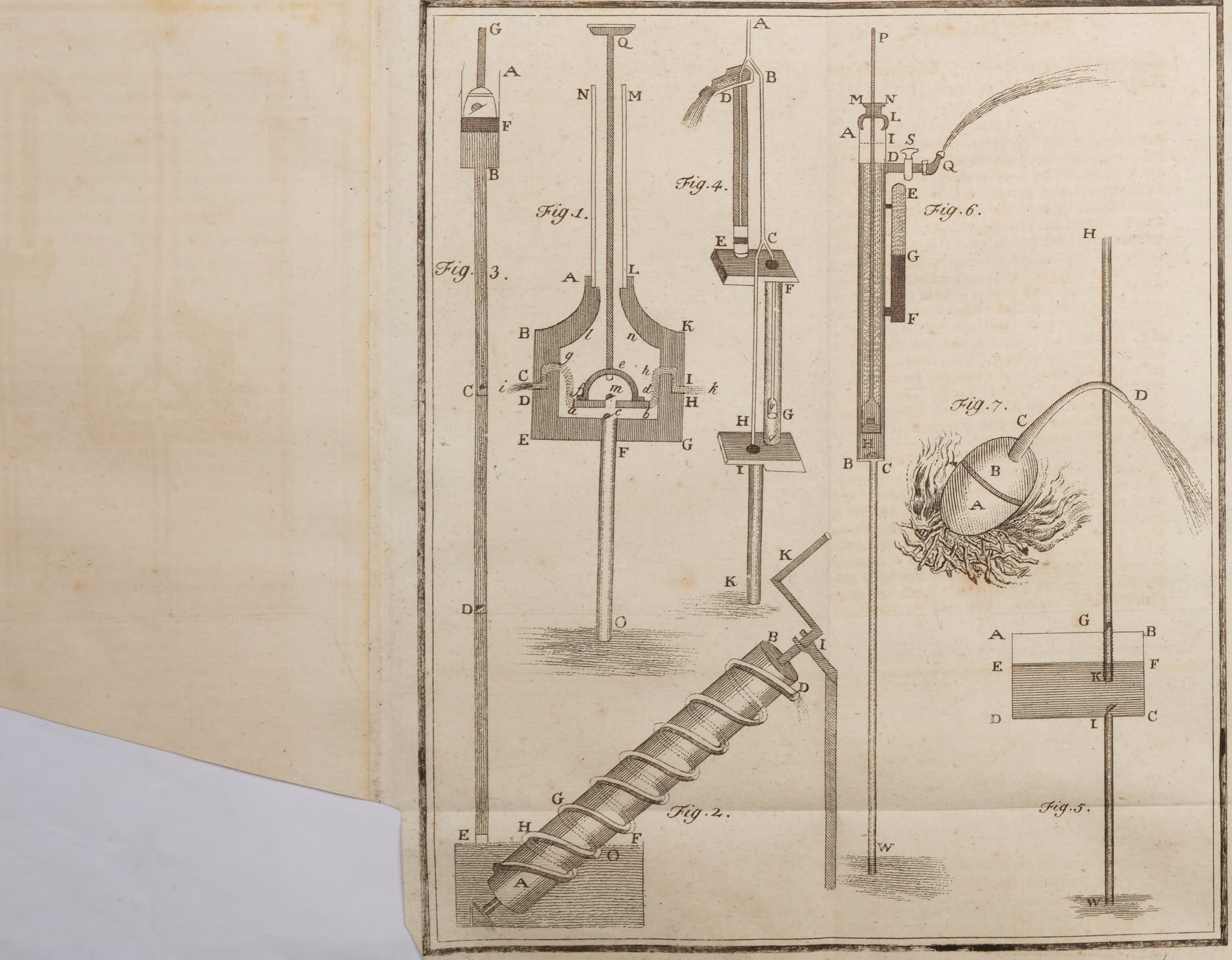


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

Man hat auch noch eine andere Art der Maſchine das Waſſer damit zu heben, deren Würkung durch das Feuer auf folgende Art erhalten wird. ABC iſt ein kupfernes Gefäß, welches zum Theile mit Waſſer bis DE angefüllet iſt. Wenn man es nun über ein Feuer ſetzt und kochen läßt; ſo wird der obere Theil DBE mit einem ſtarken elaſtiſchen Dampfe angefüllet, deſſen gar beträchtliche Stärke daraus ermeſſen werden kann, weil er bey *e* mit Gewalt ein Ventil öffnet. Dieſer erhitzte elaſtiſche

weſen wäre, ſo würde ſie dem Drucke derſelben über ihr nicht haben widerſtehen, und daher eben ſo wenig das Gefäß vorher ausfüllen können, ehe das Waſſer hinein getrieben worden; welches wir doch aber ſehen, daß es geſchehen und mit der äußern Luft ein Gleichgewicht erhalten iſt. Nachdem nun das Gefäß darauf halb mit Waſſer gefüllt, und die Luf darinnen in einen halb ſo großen Raum zuſammen gedrückt worden, als vorher; ſo iſt auch ihre Federkraft in dieſem Falle doppelt ſo groß, als der Druck der äußern Luft. Wenn alſo der Hahn *b* verſchloſſen wird, ſo druckt die Luft inwendig mit einer doppelten Kraft auf das Waſſer unter ihr, als der Druck in der äußern Röhre *e f* iſt: welches denn macht, daß das Waſſer aus der Maſchine zu einer Höhe von 32 oder 33 Fuß, wenn anders die Reibung nicht zu ſtark iſt, in die Höhe ſpringt.

3. Daß es aber ſo hoch ſpringen müſſe, iſt daher klar, weil nur die eine Hälfte der Kraft der innern Luft darauf verwendet wird, den Widerſtand der äußern zu überwinden; und nachdem dieſes geſchehen iſt, die übrige Hälfte dieſer Kraft auf das Herausdrucken des Waſſers angewendet wird; welches Springen nunmehr ſo angeſehen werden muß, als ob es in einem luftleeren Raume geſchähe, weil der Widerſtand der äußern Luft hinweg genommen iſt. In einem luftleeren Raume aber ſteigt das Waſſer durch den Druck der äußern Luft, 32 bis 33 Fuß hoch, wie ſolches aus dem Folgenden erhellen wird. Da nun die übrige

ſtiſche Dampf wird, wenn der Hahn bey F geöffnet wird, in den Stiefel *abcd* geleitet, wo er denn durch ſeine Federkraft einen Kolben G hebt, welcher die Luft über ſich mit einem ziemlichen Geräuſche in die Höhe treibt. Außer dem nun, daß der Kolben durch ſeine eigene Schwere wieder herunter ſinkt, wird ein wenig kaltes Waſſer aus dem Brunnen *fghi* bey dem Boden hinein geleitet, indem man bey *k* einen Hahn öffnet, da denn das Waſſer, gleich einem Spring-

Hälfte der Kraft der innern Luft, dem ganzen Drucke der äußern gleich iſt; ſo muß auch das Waſſer 32 bis 33 Fuß hoch ſpringen: und weil daſſelbe beſtändig wieder eben ſo ſtark hinein dringt, als es heraus ſprützt; ſo drückt es auch die Luft immer gleich ſtark zuſammen; welche denn eben daher mit gleicher Gewalt unaufhörlich auf das Waſſer würken und den Waſſerſtrahl gleich hoch treiben muß.

4. Wenn der Windkeſſel um $\frac{2}{3}$ mit dem Waſſer angefüllet iſt, ſo beträgt der Raum, welchen die Luft darüber ausfüllet, $\frac{1}{3}$; weswegen denn ihre Federkraft dreyfach ſo ſtark iſt, als die Federkraft der äuſſern Luft. Mithin wird die Kraft das Waſſer nunmehro mit einer doppelt ſo großen Gewalt heraus treiben, als der Druck der äußern Luft iſt, folglich zu einer Höhe von 64 oder 66 Fuß. Wenn der Windkeſſel nun $\frac{3}{4}$ mit Waſſer angefüllt iſt, ſo beträgt der Raum, den die zuſammengedrückte Luft einnimmt, $\frac{1}{4}$: ſie treibt alſo das Waſſer mit einer dreyfach ſo großen Gewalt heraus, als der Druck der äußern Luft ſtark iſt, und mithin zu einer Höhe von 96 oder 99 Fuß. Beträgt das Waſſer in dem Gefäß $\frac{4}{5}$ des Raums in demſelben, und die Luft nimmt das übrige $\frac{1}{5}$ davon ein; ſo wird ihre Federkraft dadurch fünf-

Springbrunnen hinein ſprützt, den erhitzten Dampf in dem Stiefel in einen 13000 mal kleinern Raum bringet, als welchen er vorher eingenommen hatte: wodurch denn ſchon ein ſo großer luftleerer Raum erhalten wird, daß der Kolben darinnen herunter ſinken kann. Weil nun der Kolben G, und der Zugbaum HI auf dieſe Weiſe in Bewegung geſetzt werden, ſo wird der Kolben R in dem Stiefel des Druckwerkes LM an der andern Seite in die Höhe gehoben, und wieder nieder gedrückt; dieſer Kolben aber zieht vermittelſt einer

fünffach ſo ſtark, als vorher; und treibt das Waſſer 132 Fuß in die Höhe.

5. Woraus man denn leicht das Geſetz ermeſſen wird, mit welchem die Federkraft der eingeſchloſſenen Luft, auf die Oberfläche des unter ihr befindlichen Waſſers drückt, nemlich ſo, wie es aus folgender Tabelle erhellet.

Höhe des Waſſers.		Höhe der zuſammen gedrückten Luft.		Verhältniß der Federkraft der Luft.		Höhe des Sprundes.
$\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$	—	2	—	33 Fuß
$\frac{2}{3}$	—	$\frac{1}{3}$	—	3	—	66 —
$\frac{3}{4}$	—	$\frac{1}{4}$	—	4	—	99 —
$\frac{4}{5}$	—	$\frac{1}{5}$	—	5	—	132 —
$\frac{5}{6}$	—	$\frac{1}{6}$	—	6	—	165 —
$\frac{6}{7}$	—	$\frac{1}{7}$	—	7	—	198 —
$\frac{7}{8}$	—	$\frac{1}{8}$	—	8	—	231 —
$\frac{8}{9}$	—	$\frac{1}{9}$	—	9	—	264 —
$\frac{9}{10}$	—	$\frac{1}{10}$	—	10	—	297. —

Und ſo fort, für ſtärkere Grade des Zuſammendruckes.

6. Weil

einer Röhre N, das Waſſer aus der Tiefe W heraus, treibt, es in die Höhe und macht, daß es

6. Weil nun der Luftkeſſel die Urſache des beſtändigen Ausſpringens * des Waſſers iſt, ſo müſſen wir daraus

* Hier muß ich einige kurze Nachricht von einer beſondern Eigenſchaft dieſer Art von Maſchinen ertheilen, in welchen der Ausguß des Waſſers durch das Gußrohr ununterbrochen und in einem fort erhalten wird, obgleich die Maſchine nur einen einzigen Kolben hat, der in Bewegung geſetzt wird: welches den vornehmſten Mechanikern ziemlich parador geweſen iſt. — So giebt uns Perault in ſeiner gelehrten Erklärung des Vitruv S. 318. von einer Sprütze Nachricht, die in dem Cabinette der königlichen Bibliothek zu Paris zu ſeiner Zeit anzutreffen geweſen, und ſo gar alsdenn immer fort gegoſſen hätte, wenn der an ihr befindliche einzige Kolben gehoben worden ſey. Der Herr Dü Fay hat zu Straßburg auch eine ſolche Maſchine geſehen, und ſich über eben dieſe Würkung den Kopf zerbrochen; ohne Hiſt. de l'Acad. anneé 1725. p. 78. eine Erklärung heraus zu bringen, die ſich nur einigermaaßen hören ließe. Belidor will zwar die Sache ausführlich demonſtriren; allein er ſagt in ſeiner Waſſerbaukunſt 1 T. 3 B. 4. S. 51. mit vielen Worten nichts: denn der Beweis, den er vorbringt, paßt ſich zwar auf die allgemeine Struktur einer Feuerſprütze, aber zeigt uns nicht den allergeringſten Grund dieſer beſondern Eigenſchaft. Leupold aber will daraus gar ein Geheimniß machen. Der Grund von der ganzen Sache aber beruhet auf der Verhältniß zwiſchen der Menge der in dem Windkeſſel eingeſchloſſenen und auf das Waſſer druckenden Luft und der Weite des Gußrohrs; je größer dieſe Verhältniß iſt, deſto länger wird auch ihre ausdehnende Kraft anhalten, und wehrend derjenigen kurzen Zeit, da die Züge des Kolbens auf einander folgen, nicht merklich geſchwächet werden: wodurch denn auch, wenn dieſes iſt, der Guß in einem fort dauern muß, ohne merklich abzunehmen, oder überhaupt

es aus der Oeffnung der Röhre O heraus ſprüzt, welches denn in einer gewiſſen Höhe ſo lange an-
hält,

daraus nothwendig die natürliche Folge ziehen: daß, wenn ein ſolcher Windkeſſel zu dem gemeinen Gebrau-
che

haupt verändert zu werden, der Kolben mag auf oder nieder bewegt werden. Daß aber, bey dem übrigen gleichen Umſtänden, die ausdehnende Kraft einer gröſſern Menge Luft, wenn ſie eingeſchloſſen iſt und zuſammen gedrückt wird, beſonders, wenn die Weite des Gußrohrs unverändert bleibt, nicht ſo geſchwind abnimmt, wie eine geringere Menge derſelben, wird man daher leicht ermeſſen: weil durch das Zuſammendrücken der Luft, auch die geringſten Theilgen derſelben zuſammen gedruckt werden, ſelbſt auf einander drücken, und der Abgang ihrer elaſtiſchen oder Federkraft, welche durch das Gußrohr dringt, unter alle Theilgen der eingeſchloſſenen Luft wieder vertheilt wird; weswegen denn derſelbe um deſto weniger merklich ſeyn muß, je größer die Menge der eingeſchloſſenen Luft iſt Will man daher eine Maſchine von dieſer Beſchaffenheit haben, ſo beſteht das ganze Kunſtſtück darinnen: daß man nur den Windkeſſel recht groß machen läßt; je größer dieſer iſt, deſto einförmiger wird auch die Maſchine ununterbrochen fort gießen, der einzige Kolben an derſelben mag ſich auf oder nieder bewegen. Uebrigens aber iſt es ganz natürlich: daß man mit einer ſolchen Maſchine vorher eine merklich längere Zeit arbeiten müſſe, ehe der Waſſerſtrahl einförmig fort gießt: weil in einem großen Windkeſſel durch eben die Anzahl der Drucke, die Luft nicht ſo geſchwind in einen engern Raum gebracht oder zuſammen gepreſſet werden kann, als eine kleinere Menge derſelben. Aus den Figuren dieſer erwehnten Art der Maſchinen, die uns Belidor am angezeigten Orte liefert, ſiehet man den Augenblick, daß keine andere Urſache von dieſer beſondern Eigenſchaft angegeben werden könne, als die erwehnte größere Verhältniß zwiſchen dem Gußrohre und dem Windkeſſel. Weswegen es denn um deſto mehr zu bewundern iſt, daß er die wahren Urſachen nicht hat einſehen und erklären können.

hält, als man es haben will. Dieſe Maſchine wird vornemlich gebraucht, das Waſſer aus den Stein-

che eingerichtet werden ſoll, man alsdenn leicht eine Feuerſprütze daraus machen könne, welche zu Auslöſchung der Feuersbrünſte in oder neben dem Hauſe nützlich iſt. Dieſes wird füglich entweder auf eine Art geſchehen, die wir ſogleich beſchreiben wollen oder, wenigſtens auf eine ähnliche. Es ſey demnach ABCD die Kolbenrohre oder der Stiefel, PH der Kolbenſtock nebſt dem Kolben, CW die Röhre, welche in den Brunnen zu dem Waſſer bey W herunter gehet. Gegen den untern Theil des Stiefels zu, befindet ſich eine kurze Röhre, vermittelſt welcher der Windkeſſel FE ſo befeſtiget iſt, daß er mit dem Stiefel Gemeinſchaft hat. AMNL iſt ein Ring, welcher aus verſchiedenen Stücken Leder zuſammengeſetzt, und oben über dem Stiefel und um der Kolbenſtange dergeſtalt befeſtiget iſt, daß ſich dieſe zwiſchen dem Leder frey bewegen kann, ohne, daß zwiſchen beyden Luft durchgeht. Die kurze Röhre D, durch welche das Waſſer ausſpringet, hat einen Hahn S, vermittelſt welches das Waſſer, nachdem es erfordert wird, entweder heraus gelaſſen oder aufgehalten wird. Q iſt ein Stück, welches mit einer ledernen Röhre an dem Ende verſehen iſt, und deswegen angeſchraubt wird, um den Waſſerſtrahl damit zu leiten.

Tab. XXI. Fig. 6.

7. Nun iſt klar, daß, wenn der Kolben von dem Boden des Stiefels in die Höhe gezogen, das Waſſer über ihm in den Windkeſſel hinein gedruckt, und dadurch die Luft in einen engern Raum deſſelben gebracht wird, wenn nemlich der Hahn verſchloſſen iſt. Das Waſſer wird alſo die Luft oben in dem Stiefel zuſammen drücken. Denn es wird anfänglich nicht höher ſtehen, als die Röhre D, wenn der Hahn verſchloſſen iſt: ſo wie aber nachher die Luft ſtärker eingeſchloſſen wird, ſo drückt ſie auf die Oberfläche deſſelben, und das Waſſer ſteigt bis nach I hinauf.

8. Dieſe an jedem Orte zuſammen gedrückte Luft, würkt alſo mit ihrer Federkraft auf das Waſſer; ſo wie der Hahn umgedrehet wird, ſo treibt ſie es durch einen beſtändigen Strom durch die Röhre bey Q heraus, und

Steinkohlen-Gruben und andern Bergwerken heraus zu ziehen. Auſſer dieſen aber giebt es noch verſchiedene andere mehr zuſammen geſetzte Waſſermaſchinen: weil aber die Würkungen dieſer aller auf eben den Gründen beruhen, wie dieſe beyden, die ich hier beſchrieben habe; ſo würde es unnöthig ſeyn, wenn ich etwas hier von ihnen ſagen wollte. [LXXIX, LXXX, LXXXI.]

und zwar mit einem ſtärkern oder geringern Grade der Kraft, nachdem es die Umſtände mit ſich bringen, und es diejenigen Leute bewürken, welche an einer ſolchen Pumpe arbeiten, und von deren fleißigen Arbeit es lediglich abhängt. Dieſe Erfindung haben wir dem Herrn James Creed zu verdanken, welcher einer von denen vortrefflichen Perſonen von ausnehmender Geſchicklichkeit und Vermögen iſt, welche ſich die philoſophiſchen Muſen nur wünſchen können.

[LXXIX.] Die Feuermaſchine iſt in der That eine bewundernswürdige, ganz beſondere, und dergeſtalt zuſammengeſetzte Maſchine, als wir unter allen denen nur finden können, die wir den Entdeckungen der neuern Weltweisheit zu verdanken haben, und mit welchen die Menſchen den allervorzüglichſten Gebrauch machen. Die Feuermaſchine aber iſt von zwo verſchiedenen Arten, deren Theorie ich hier beybringen, und eine jedwede ſo durch Figuren erläutern muß, als es die äußerſte Vollkommenheit erfordert, in welcher ſie in den neuern Zeiten gemacht worden iſt. Da die im vorhergehenden gegebene Erklärung ſich nur auf ihren urſprünglichen Zuſtand und Einfachheit beziehet; die gegenwärtige Geſtalt aber von dieſer merklich verſchieden iſt, ob beyde Arten der Maſchinen gleich auf eben den Gründen beruhen; ſo muß ich folgende hiſtoriſche Nachricht von ihrer Theorie allhier beybringen.

2. Der Marquis von Worceſter in ſeiner Centurie der Erfindungen, welche im Jahre 1663 gedruckt iſt, war, ſo viel ich weis, der erſte *, welcher die Abſicht hegte, ver-

* Papinus, D. Med. und Profeſſor der Mathematik in Marburg hatte ſchon vorher, wenigſtens zu eben der

vermittelſt der Kraft des Feuers eine große Menge Waſſers in einem Strahle in die Höhe zu treiben; und er giebt uns von einer ſolchen Maſchine Nachricht, welche er geſehen habe, die gleich einem Springbrunnen einen beſtändigen Waſſerſtrahl 40 Fuß hoch in die Höhe getrieben habe. Auch ſagt er, daß eine gewiſſe einzelne Perſon, ihn durch das Umdrehen zweener Hähne heraus gelaſſen hätte; daß, wenn das eine Gefäß mit Waſſer ausgeleeret worden, ein anders alsdenn angefangen, wieder mit kaltem Waſſer gefüllet zu werden; und dieſes ſo fort nach und nach eins um das andere; weswegen denn, wenn das Feuer beſtändig von jemandem unterhalten würde, nur die Hähne unterdeſſen umgedrehet werden dürften.

3. Als nun der Hauptmann Savery dieſe Nachricht geleſen hatte, ſo machte er ſogleich darauf einen Verſuch, das Waſſer vermittelſt des Feuers in die Höhe zu treiben, und war alſo der erſte, welcher zu dieſem Ende eine Maſchiene erfand, deren Geſtalt wir ſeitdem immer beybehalten haben. Damit er nun die Ehre der Erfindung ſich ſelbſt um deſto ſicherer zueignen möchte, ſo kaufte er alle Bücher des erwehnten Marquis, die er nur finden konnte, auf, verbrannte ſie und gab vor, er wäre auf dieſe Entdeckung von ohngefehr gerathen. Er machte auch verſchiedene Verſuche, dieſe Maſchiene zu ihrer Vollkommenheit zu bringen, und ließ deren mehrere zum Gebrauche einiger vornehmer Häuſer verfertigen; bey den Bergwerken aber konnte er ſie nicht anbringen, weil die Tiefe, aus welcher das Waſſer gehoben werden mußte, ſo groß war, daß ſie einen gar zu ſtarken und gefährlichen Dampf erforderte, als man bey ſolchen Umſtänden ihn zu verurſachen ſich unterſtehen durfte.

4. Mithin wurde der Fortgang in der Erfindung dieſer Maſchiene ſo lange unterbrochen, bis lange nachher Herr **Newcomen** ein Eiſenhändler, und Herr **John Cowley** ein Glaſer, welche beyde **Widertäufer** zu **Dartmouth** waren, einen andern Weg verſuchten, durch das Feuer Waſſer in die Höhe zu bringen, und zwar in einem Falle, da der Dampf, das Waſſer aus den

der Zeit, auf Befehl ſeines Landgrafen von Heſſen, Carls, eben dergleichen Verſuche in Menge angeſtellet.

den gröſzeſten Tiefen der Bergwerke heraus zu bringen nicht ſtärker erfordert wird, als die äußere Luft drückt: und dieſes iſt die gegenwärtige Bauart der Maſchine, welche nunmehr ohngefähr 50 bis 55 Jahr alt iſt.

5. Wir haben bereits (LXXVII. 67.) gewieſen, daß das Waſſer aus einer großen Tiefe, vermittelſt einer zuſammen geſetzten Pumpe herauf gebracht werden könne. Dieſe Tiefe wollen wir = 150 annehmen, und den Durchmeſſer des Pumpſtiefels bey *p* = $7\frac{1}{4}$ Zolle; ſo iſt das Gewicht einer cylindriſchen Waſſerſeule von 150 Fuß hoch, und $7\frac{3}{4}$ Zolle im Durchmeſſer, ohngefehr 3000 lb. Wenn nun die Kolbenſtange vermittelſt einer Kette an dem einen Ende des Zugbaums *hh*, wie z. E. bey H, hängt, und an dem andern Ende eine andere Kraft P angewendet wird, welche ſtärker iſt; ſo kann die Pumpe in Bewegung geſetzt, und das Waſſer in die Höhe gehoben werden. Tab. XXIII.

6. Nun kann aber dieſe Kraft nicht wohl von Menſchen hervor gebracht werden; weil ſonſt wenigſtens deren 100 darzu erfordert würden, den Zugbaum herunter zu ziehen, wenn wir ſetzen, ein jeder zöge mit einer Kraft von 30 lb. und noch 100 andere erfordert würden, wenn die erſtern müde wären, und abgelöſt werden müßten; weil die Pumpe in einem Bergwerke nicht ſtille ſtehen darf. Weswegen denn 200 Menſchen zu viele Koſten erfordern würden. Wollte man aber Pferde darzu gebrauchen, und jegliches deren gegen 5 Menſchen rechnen, ſo würden 20 Pferde jedesmal darzu erfordert, und noch 20 andere, welche dieſe ablöſeten; welche große Anzahl von Pferden denn, ob ſie gleich nicht ſo koſtbar wie die Menſchen ſind, doch ebenfalls zu große Koſten bey den meiſten Bergwerken verurſachen würden. Nun mögen aber Menſchen oder Pferde zu der Maſchine gebraucht werden; ſo wird man ſie in keinem Falle geſchwinder bewegen können, als daß man durch ſie 15 oder 16 Züge in einer Minute erhält.

7. Mithin muß man eine andere Kraft anwenden; da denn der Weltweiſe ſo gleich bereit iſt, ſeinen Dienſt mit der Luftpumpe und dem Drucke der Luft, anzubieten. Sein Vorſchlag beſtehet alſo darinnen: einen ziemlich weiten Stiefel oder Cylinder CC oben auf ſei-

ner Luftpumpe zu befeſtigen, welcher genau gebohrt, ohngefehr 8 oder 9 Fuß lang und 22 Zolle weit iſt; in dieſen befindet ſich ein mit Leder wohl verſehener Kolben, deſſen Stange vermittelſt einer Kette an dem Zugbaume bey P feſt gemacht iſt. Nun ſagt er, indem er 15 lb. Druck auf jeden Quadratzoll rechnet, daß der ganze Druck der Luft auf einen ſolchen Kolben 5800 lb betrage, welches ohngefehr beynahe noch einmal ſo viel iſt, als die zu überwindende Kraft. Dieſes aber müſſe dadurch erhalten werden, indem durch die Luftpumpe ein ſo weiter Cylinder ausgeleert wird, welches aber nicht öfter geſchehen kann, als in jeder Stunde zweymal; ſo, daß er nur zween Züge in eben der Zeit thut, da deren doch 960 erfordert werden, das Waſſer aus der Grube heraus zu ziehen, daß es dieſelbe nicht anfüllt.

8. Weil alſo der erſte Vorſchlag nicht hinreichend iſt, ſo thut er einen andern, welcher beſſer von ſtatten geht und darinnen beſteht. B iſt ein großer Waſſerkeſſel, Helm oder Alembic, in welchem das Waſſer durch das Feuer unter demſelben mit einem ſtarken elaſtiſchen Dampfe bedeckt wird. Der große Cylinder CC iſt über dem Keſſel befeſtigt, und in demſelben eine Röhre D *d*, durch welche beyde mit einander verbunden ſind; an der untern Oefnung der Röhre, innerhalb dem Waſſerkeſſel, bewege ſich eine breite Platte, vermittelſt des Dampfhahns oder Regulators E 10, welcher die Oeffnung entweder öffnet oder verſchließt, damit der Dunſt in den Cylinder dringen kann, oder auch nicht, nachdem es die Umſtände erfordern. Der Durchmeſſer der Röhre D aber iſt ohngefehr 4 Zolle.

9. Der Dampf in dem Waſſerkeſſel muß übrigens beſtändig ein wenig ſtärker ſeyn, als die Luft, damit, wenn er in den Stiefel gelaſſen wird, er ein wenig ſtärker drückt, als das Gleichgewicht des Druckes der äußern Luft, welche den Kolben gegen den Boden *d n* herunter drückt und daſelbſt erhält. Weil nun derſelbe dadurch ſich auf dieſe Weiſe frey bewegen kann, ſo tritt die Kolbenſtange, vermöge ihres ſchweren Gewichts, an dem andern Ende, herunter, und verurſacht alſo einen Zug. Denn das Gewicht einer eiſernen Stange von 70 oder 80 Yarden beträgt ohngefehr 900 bis 1000 lb; dahingegen der Kolben aber nebſt den übrigen Gewichten an

der

der andern Seite nicht über 4 bis $4\frac{1}{2}$ hundert ausmacht; mithin wird das Ende des Zugbaums der Pumpe über das andere beſtändig das Uebergewicht behalten, und alsdenn herunter ſinken, wenn ſich der Kolben frey in die Höhe bewegen kann.

10. Wenn nun der Stiel des Dampfhahns E 10 gegen *n* umgedreht wird, ſo öffnet er die Röhre D, und läßt den Dampf hinein; dreht man ihn aber gegen O, ſo verſchließt er ſie, daß kein Dampf mehr hinein ziehen kann. Der Kolben wird alſo nunmehr gegen den obern Theil des Stiefels C gehoben, und dieſer iſt voller Dampf. Es muß daher der Hebel O I alsdenn gehoben werden, damit er mit ſeinen Zähnen den Hahn bey N umdrehe, durch welchen das Waſſer aus der Ciſterne *g* durch die Röhre *g* M N herunter fällt, und bis zu dem Boden des Stiefels bey *n* gelanget; wo es denn wie bey einem Springbrunnen heraus und gegen den Boden des Kolbens ſprützt; die Tropfen aber, welche ſich über den ganzen Cylinder verbreiten, verdicken darauf durch die Erkältung den Dampf und machen, daß er wieder zu Waſſer wird, welches alsdenn gegen den Boden des Stiefels fällt.

11. Der Herr Hnr. Beighton machte einen Verſuch, um zu beſtimmen, wie dünne der Dunſt ſey, und fand, daß der Inhalt des Dunſtſtiefels 113 Gallons betrug; weil nun 16 Züge in einer Minute geſchehen, ſo erhielt er $113 \times 16 = 1808$ Gallons Dunſt in dieſer Zeit Er bemerkte ferner, daß in den Waſſerkeſſel in einer jeden Minute 5 Pints oder Rößeln Waſſer gegoſſen werden müßten; und weil 282 cubic Zolle einen Gallon machen, $35\frac{1}{4}$ ein Pint, und $5 \times 35\frac{1}{4} = 176\frac{1}{4}$; ſo betrug der Dunſt $1808 \times 282 = 509856$ cubic Zolle. Wenn wir nun rechnen: wie $176\frac{1}{4} : 509856 = 1 : 2893$; ſo wird ein cubic Zoll Waſſer in 2893 cubic Zolle Dunſt ausgebreitet und aufgelößt. Mithin wird der Dunſt in dem Stiefel auf den $\frac{1}{2893}$ſten Theil gebracht, wenn er durch den kalten Waſſerſtrahl wieder zu Waſſer wird. Weswegen denn ein hinreichender luftleerer Raum in dem Stiefel entſteht; da denn der Kolben, weil er kein Gegengewicht mehr leidet, durch den Druck der äußern Luft, wieder herunter ſinken kann.

12. So wie er nun nieder gedrückt wird, ſo ſteigt das andere Ende des Zugbaums wieder in die Höhe, folglich auch der Kolben der Pumpe, welcher das Waſſer bey *p* in die Höhe bringt, wo es heraus fließt. Uebrigens erfordert dieſes ganze Verfahren mit dem Oeffnen und Schlieſſen des Dunſtregulators und Eingußhahns nur überhaupt ein wenig mehr als 3 Secunden Zeit, ſo, daß doch in einer jedweden Minute füglich 16 Züge geſchehen können.

13. Damit aber die Ciſterne *g* beſtändig wieder mit Waſſer gefüllet werden könne, ſo iſt eine Felge *x* neben der Felge H an dem Ende des Zugbaums angebracht, von welchem eine andere Kolbenſtange *k*, vermittelſt ihres Kolbens, das Waſſer aus einer kleinen Ciſterne neben dem Ausfluſſe bey der Grube, aus welcher es von *p* hineinfließt, bis in die Röhre *mmm*, und von da in die Ciſterne *g* geleitet wird; welcher es daher niemals am Waſſer mangeln kann.

14. Daß übrigens die Leder des Kolbens C, welche mit Unſchlit getränkt ſeyn müſſen, beſtändig dergeſtalt biegſam erhalten werden, damit ſie keine Luft oder zarten Waſſerdunſt durchlaſſen, wird durch die Röhre M, und beſonders vermittelſt des Arms *z* derſelben, erhalten. An dem obern Ende des Cylinders befindet ſich der weitere Theil oder Kelch L, welcher das auf dem Kolben liegende Waſſer dergeſtalt auffängt, damit es nicht überfließt, wenn der Kolben ſeine gröſseſte Höhe bey W erreicht hat; zu welcher Zeit denn der Kelch voll iſt, ſo, daß das Waſſer alsdenn durch die Abzugröhre V in den Verließbrunnen bey Y läuft.

15. Das in dem Keſſel befindliche Waſſer aber, welches durch die Erzeugung des Dunſtes immer abnimmt, erhält durch die Röhre F*f*, welche ohngefehr 3 Fuß lang iſt, beſtändig wieder ſeinen Zufluß, und geht in dem Keſſel etwan einen Fuß unter die Oberfläche des Waſſers. Oben an dieſer Röhre iſt der Becher F, welcher durch die Röhre W beſtändig wieder mit Waſſer oben aus der Ciſterne angefüllet wird, welches denn den Vortheil gewehret, daß es beſtändig warm iſt, und das Kochen des Waſſers in dem Keſſel nicht geſchwächt wird.

16. Damit aber in dem Keſſel das Waſſer nicht zu niedrig ſtehe, weil er ſonſt leicht ſpringen könnte, oder

zu hoch, daß vor den Dunſt nicht Raum genug gelaſſen würde; ſo ſind bey G zwo Proberöhren, deren eine ein wenig weiter herunter geht, als die Oberfläche des Waſſers, wenn es ſeine gehörige Höhe hat, die andere aber endigt ſich etwas über dieſer erwehnten Oberfläche. Hat nun das Waſſer in dem Keſſel ſeine gehörige Höhe und der Hahn der kürzern Röhre wird geöffnet, ſo läßt dieſelbe Dampf durch, die längere aber Waſſer; ließen aber beyde Hähne zugleich entweder Dampf oder Waſſer heraus, ſo wäre im erſtern Falle zu wenig, im andern aber zu viel Waſſer in dem Keſſel. Mithin muß der Hahn F, welcher das Waſſer in denſelben hinein läßt, allemal nur ſo weit geöfnet werden, daß es die gehörige Höhe hat.

17. Das in den Cylinder beſtändig eingeſprützte kalte Waſſer, welches darzu dient, den Dampf zu verdicken, wird durch die Röhre *d* T Y, durch den Boden des Cylinders in den Verließbrunnen Y wieder abgeleitet, wo ſie denn ein wenig unter das Waſſer geht, und unter demſelben krumm in die Höhe gebogen, bey Y aber mit einer Klappe verſehen iſt, um zu verhindern, daß die Luft nicht auf ſie in die Röhre drückt; doch aber dem eingeſprützten und abgeleiteten Waſſer geſtattet, daß es abfließt; wodurch denn der Cylinder beſtändig leer gehalten wird.

18. Damit aber der Dampf für den Waſſerkeſſel nicht zu ſtark werde, und dieſer ſpringe, ſo iſt bey *b* eine Klappe mit einem perpendicularen Drathe in ihrer Mitte befeſtigt, auf welchen Bleygewichte gelegt werden, die Stärke des Dampfes, welcher auf die Klappe inwendig drückt, zu unterſuchen. Auf dieſe Weiſe hat man gefunden, daß der Dampf ſo ſtark würkt, wie die Luft, wenn er vermögend iſt, über einer Klappe von 1 Zoll ins Gevierte, ein Gewicht von 15 Pfunden zu heben: und zwar, weil die Schwere der Luft beynahe eben ſo ſtark auf einen jeglichen Quadratzoll würkt: welches wir an ſeinem Orte ausführlicher darthun werden. Wenn nun der Dampf ſtärker wird, als es nöthig iſt, ſo hebt er die Klappe auf, und fährt heraus. Dieſe Klappe pflegt man die Dampfklappe zu nennen.

19. Der Dampf hat zwar beſtändig eine veränderte Stärke, dennoch aber iſt er niemals um $\frac{1}{10}$ ſtärker

 oder

oder ſchwächer, als die äußere Luft: denn man hat gefunden, daß die Maſchine alsdenn recht wohl arbeitet, wenn ein Gewicht von 1 lb auf jeden Quadratzoll der Klappe *b* gelegt wird. Dieſes zeigt, daß alsdenn derſelbe nun $\frac{1}{15}$ ſtärker iſt, als die gemeine Luft. Weil nun die Höhe der Röhre von dem Trichter F bis auf die Oberfläche des Waſſers S*s*, nicht über 3 Fuß iſt, und $3\frac{1}{2}$ Fuß Waſſer $\frac{1}{10}$ des Druckes der äußern Luft beträgt; ſo treibt der Dampf, wenn er nur um $\frac{1}{10}$ ſtärker wird, wie die Luft, das Waſſer bey E heraus; wenn er dieſes aber nicht thut, ſo kann er auch nicht ſtärker ſeyn, als die Luft, auch in dem Falle nicht einmal, da der Regulator zugemacht, und er alsdenn am meiſten eingeſchloſſen iſt.

20. Iſt aber der Regulator aufgemacht, ſo giebt der Dampf dem Kolben einen Stoß, wovon er denn ein wenig in die Höhe tritt; alsdenn aber fällt er deſto weiter wieder nieder, bekommt eben die vorige Stärke, und eben einen ſolchen Druck auf die äußere Luft; wodurch denn der Kolben, weil er ſich wieder frey bewegen kann, nach W in die Höhe ſteigt. Nunmehro aber hat ſich der Dampf durch die ganze Höhlung des Cylinders verbreitet; iſt ſchwächer als die Luft, und könnte den Kolben nicht ferner ertragen, wenn nicht an dem andern Ende des Zugbaums ein größer Gewicht wäre, welches ihn in die Höhe hielte. Der Dampf treibt alſo, bey jedem Zuge, das durch den vorhergehenden Zug eingeſprützte Waſſer, durch den Ableiter *d*TY heraus, würde demſelben ebenfalls folgen, und durch die Klappe Y heraus fahren, weil ſie nicht beſchweret iſt, wenn er ſtärker wäre, wie die Luft, welches aber niemals geſchiehet. Würkte er aber dem Drucke der Luft vollkommen gleich; ſo würde er alles Waſſer bey Y heraus treiben, könnte aber ſelbſt nicht nachfolgen, weil der Druck an jeder Seite der Klappe, wie wir angenommen haben, gleich iſt. Wäre er aber ſchwächer, als die Luft, ſo könnte er alles Waſſer durch den Ableiter *d*TY nicht abführen, ſondern die Oberfläche würde z. E. bey T ſtehen, wo die Waſſerſeule TY nebſt der Stärke des Dampfes dem Drucke der Luft gleich iſt. Wenn der Dampf um $\frac{1}{10}$ ſchwächer

iſt,

iſt, als die Luft, ſo iſt die Höhe TY = $3\frac{1}{2}$ Fuß. Weil nun die ganze ſenkrechte Entfernung von *d* nach Y nur 4 Fuß beträgt, und der Dampf beſtändig hinreichend iſt, das Waſſer heraus zu treiben; ſo iſt offenbar, daß er niemals um mehr als den 10ten Theil ſchwächer ſeyn kann, als die Luft, wenn er auch am allerſchwächſten iſt.

21. Es befindet ſich aber in einem jedweden Waſſer Luft; und obgleich dieſelbe nicht heraus gebracht und mit dem Dampfe verdicket werden kann; ſo wird ſie nichts deſtoweniger durch denſelben herunter, und auf den Boden des Cylinders fallen, weil ſie merklich ſchwerer iſt. Denn wir haben bereits gewieſen, daß ſich die Dichtigkeit des Dampfes zu der Dichtigkeit des Waſſers wie 1 zu 2893 verhalte; die Dichtigkeit der Luft aber zu der Dichtigkeit des Waſſers, wie 1 zu 864 (welches wir im folgenden beweiſen werden). Mithin verhält ſich die Dichtigkeit des Dampfes zu der Dichtigkeit der Luft, wie 2893 zu 864; alſo fällt die Luft durch den Dampf zu Boden, und wird von da, durch eine ſchmale Röhre, welche ſich bey 4 in einen Trichter mit einer Klappe endigt, ausgeführt. Wenn nun der Dampf anfänglich in den Cylinder dringt, und nur ein wenig ſtärker iſt, wie die äußere Luft, ſo wird er die zu Boden gefallene Luft zwingen, die Klappe bey 4 aufzuheben, und heraus zu fahren. Der Dampf aber kann aus der Urſache nicht folgen, weil er ſchwächer iſt, wie die äußere Luft, indem ihm der Kolben, wenn er gehoben wird, Raum giebt, ſich auszudehnen. Dieſe Klappe wird von dem Geräuſche, welches ſie verurſacht, die Schnaubeklappe genennt.

22. Unter die wichtigen Verbeſſerungen dieſer Maſchiene, müſſen wir auch die rechnen, vermöge welcher ſie ſo eingerichtet iſt, daß ſie den Regulator und Eingußhahn von ſelbſt öfnet, ihn wieder zuſchließt, und zwar viel genauer, als es jemand mit aller Achtſamkeit zu thun vermögend iſt. Zu dieſem Ende hängt an einer Felge Z, in gehöriger Entfernung von dem Bogen P, an einer Kette das Gabelſtück QQ bis auf den Fußboden herunter, und geht durch ein in denſelben gemachtes Loch, welches es genau ausfüllet, hindurch. Dieſes Stück hat einen langen Einſchnitt, welcher der

Länge nach, in ihm herunter geht, nebſt verſchiedenen Löchern, durch welche Bolzen geſteckt werden können, wodurch die Bewegung verſchiedener kleiner Hebels, welche darzu dienen, die Hähne folgendermaaßen zu öfnen und wieder zu verſchließen, erhalten werden kann.

23. Zwiſchen den beyden gerade herunter gehenden Stücken Holz an jeder Seite von P, befinden ſich an einer viereckichten eiſernen Achſe A B (deren genauere Geſtalt aus der folgenden Figur erhellet, wo dieſer Theil beſonders vorgeſtellet iſt) verſchiedene eiſerne Stücke und Hebels. Das erſte iſt das Stück C E D, welches aus der Urſache das Y genennet wird, weil es dieſem Buchſtaben, wenn er umgekehrt iſt, mit ſeinen beyden Schenkeln E und D, ziemlich ähnlich ſieht; an dem obern Theile deſſelben iſt ein Gewicht F, welches höher oder niedriger gehoben, und ſo befeſtigt werden kann, als es nöthig iſt. Dieſes Y aber iſt über der eiſernen Achſe A B recht feſt gemacht.

24. An der Achſe hängt ein eiſerner Biegel I K L G an ſeinen beyden Hacken I I herunter, und hat an dem untern Theile zwey Löcher K, L, durch welche ein langer eiſerner Bolzen L K gehet, der in dieſelben eingepaßt. Wenn nun dieſer Bolzen hindurch geſteckt iſt, ſo geht er auch durch die beyden Löcher an den Enden E, N, der horizontal liegenden Gabel E Q N, welche mit ihrem andern Ende Q an dem Stiele des Regulators V 10 befeſtigt iſt. Von Q bis O ſind verſchiedene Löcher gemacht, vermittelſt welcher der erwehnte Stiel an demjenigen Theile des Endes feſt gemacht werden kann, welcher darzu am bequemſten iſt.

25. An der Achſe A B iſt auch der Hebel oder Stiel G 4, unter einem rechten Winkel neben dem Y, befeſtigt, welcher durch das hängende Gabelſtück Q Q geht, und zwiſchen den eiſernen Bolzen liegt. Auch iſt noch ein anderer Stiel an eben der Achſe, nemlich H 5, feſt gemacht, und um einen halben rechten Winkel gegen den vorhergehenden G 4 geneigt. Dieſer geht ebenfalls durch den Einſchnitt des Stückes Q Q und ruhet auf einem der Nägel in demſelben. Hieraus ſehen wir, daß, wenn ſich dieſes Gabelſtück oder Latte in die Höhe hebt, der Nagel in dem Einſchnitte den Hebel H 5 gleichfalls hebe, welcher ſich darauf dergeſtalt um die Achſe dreht, daß er das Y mit ſeinem Gewicht F, von C

nach

nach 6 wirſt, in welcher Richtung es ſich denn zu bewegen fortfahren müßte, nachdem es von der ſenkrechten Linie abgewichen iſt, wenn es anders durch den daran bey *o e* befeſtigten ledernen Riemen, nicht aufgehalten würde, welcher an den Enden *m* und *n* dergeſtalt feſt gemacht iſt, daß ſich das Y vor- und rückwerts, ohngefehr durch den vierten Theil des Cirkels, und an beyden Seiten gleich weit von der Perpendicularlinie, ſchwingen kann.

26. In der Figur ſind die Theile dergeſtalt vorgeſtellt, daß der Regulator geöfnet, und ſeine Platte TY an die Seite derjenigen Röhre S geſchoben iſt, welche aus dem Keſſel in den Cylinder geht und durch welche beyde mit einander Gemeinſchaft haben. Der Kolben iſt in die Höhe gehoben, und der Zugbaum beynahe in ſeiner größeſten Höhe; der Nagel in dem Einſchnitte hat den Hebel H 5 ſo weit in die Höhe gehoben, daß das Gewicht F oben an dem Y, ſo weit gebracht iſt, daß es ſich nicht mehr in der Perpendicularlinie befindet, und nunmehr gegen *m* fallen will; ſo wie nun dieſes geſchieht, ſo giebt es mit ſeinem Schenkel E, auf den eiſernen Boßen KL einen ziemlich harten Schlag, ſo, daß die Gabel ON in einer horizontalen Lage gegen das Gabelſtück QQ, das Ende 10 des Regulators aber gegen 6 gezogen, und derſelbe auf dieſe Weiſe verſchloſſen wird, indem die Platte Y unter das Loch der Röhre S gleitet.

27. So bald der Regulator verſchloſſen iſt, ſo hebt das Gabelſtück QQ, mit ſeinem Nagel *s* an der äußern Seite, den untern Theil der Stange 1 ein wenig höher; da denn vermittelſt der an dem andern Ende dieſes Stückes befindlichen Zähne, wehrend dem Umdrehen, der Eingußhahn geöfnet wird. Hierauf macht der Waſſerſtrahl ſo gleich einen luftleeren Raum, die Gabellatte QQ bewegt ſich wieder herunter, der Boltzen *r* drückt auf den Hebel *h* 1, und verſchließt den Eingußhahn wieder. QQ aber tritt noch weiter herunter, der Boltzen *p* drückt auf den Hebel G4 herunter, und zieht das Y zurück; deſſen Schenkel D aber die Gabel NO vorwerts, und öfnet den Regulator abermal, damit neuer Dampf hinein dringen kann. Auf dieſe Weiſe iſt alſo die Maſchine auf eine höchſt wunderſame Art ſo eingerichtet, daß ſie von ſelbſt arbeiten kann.

28. Nachdem ſie nun alſo gemacht worden, als ſie im vorhergehenden beſchrieben iſt, ſo erhielt ſie vor einigen Jahren noch eine andere Verbeſſerung, welche zu ihrem großen Vortheile gereichte, und darinnen beſtund. Anſtatt, daß der Waſſerkeſſel oben aus dem Cylinder durch die obere Röhre W oberhalb, und untere F*f* wieder mit Waſſer gefüllt wurde, wie wir es N. 15 beſchrieben haben; ſo wurde die Einrichtung ſo gemacht, daß man nur laulichtes Waſſer durch die Röhre *d*TY wieder hinein leitete, welches nunmehro anſtatt, daß es zu dem Verließbrunnen bey Y gieng, wieder oben in den Keſſel hinein geführt wurde; ſo wie die Abzugröhre vorher an der Seite des Cylinders heraus gieng, ſo ließ man ſie durch den Boden deſſelben gehn; und obgleich der Druck des Dampfes, aus dem Keſſel in den Cylinder etwas ſtärker war, ſo drückte doch die Schwere des Waſſers in der Abzugröhre und die Gewalt des Dampfes in dem Cylinder zugleich, beſtändig ſo ſtark, daß der Widerſtand in dem Keſſel überwunden wurde, und das Waſſer immer wieder hinein laufen konnte.

29. Dieſe Theorie von der Feuermaſchine zu beſchließen, muß ich eine ſo beſondere als nützliche Tabelle von der Kraft der Feuermaſchinen von verſchiedenen Durchmeſſern ihres Cylinders und Weite des Pumpſtiefels, beyfügen, welche Theile von der Beſchaffenheit ſind, daß eine Menge Waſſers von 48 bis 440 Oxhofde in einer Stunde, und zwar aus einer Tiefe von 15 bis 100 Yarden, durch ſie gehoben werden können. Sie wurde von dem Herrn **Beighton** verfertigt; und beruht auf dem Grunde, daß der Biergallon von von 282 Cubiczollen Waſſer, 10 lb. 3 Unzen Averdupois wägt, und ein Quadratzoll von einem Gewichte van 14 lb. 13 Unzen Luft gedrückt wird, wenn ſie von einer mittelmäßigen Schwere iſt. Damit

mit auch für das Reiben etwas gerechnet werde, und die Maſchine eine beträgtliche Geſchwindigkeit erlange; ſo hat man durch die Erfahrung gefunden, daß nicht mehr als 8 lb. Druck auf jeden Quadratzoll der Oberfläche des Kolbens in dem Cylinder gerechnet werden dürfte, damit er in einer jedweden Minute ohngefehr 16 Züge, jeden von 6 Fuß, machen möge.

30. Dieſe Berechnungen dienen nur zum gemeinen Gebrauche: denn wenn die Keſſels größer ſind, ſo kann der Kolben ſchon 20 bis 25 Züge, deren jeder 7 bis 8 Fuß iſt, in einer Minute machen; und alsdenn wird der Pumpſtiefel, wenn er 9 Zolle weit iſt, mehr als 320 Oxhofde Waſſer in einer Stunde in die Höhe bringen und ableiten: und ſo fort, wie die Weite größer angenommen wird. Der Gebrauch dieſer Tabelle iſt ziemlich leicht: denn wenn wir annehmen, es ſollen jegliche Stunden 150 Oxhofde, aus einer Tiefe von 90 Yarden gehoben werden; ſo findet man in der ſiebenden Columne die Zahl 149, welche 50 am nächſten kommt, und gegen jener gerade über in der erſten Columne, die Weite von 7 Zollen für den Pumpſtiefel; endlich unter der Tiefe 90 zur Rechten, in eben der Linie, 27 Zolle für den Durchmeſſer eines hierzu dienlichen Cylinders: u. ſ. f. für alle übrigen Fälle.

Tiefe

Durchmeſſer der Weite.	Hält in Yarden.	Ziehet in Zügen von 16 Fuß.	Gewicht in Yarden.	Durch 16 Züge in einer Minute.	63 Gallons auf das Orhofd.		In einer Stunde.		Durchmeſſer des Cylinders in Zollen. Tiefe in Yarden.												
Zolle	Gallons	Gallons	lb. Averd.	Gallons	Orh.	Gall.	Orh.	Gall.	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
12	14,4	28,8	146	462	7	21	440		18½	21¾	24	28½	30½	32½	34¼	37¼	40				
11	12,13	24	123,5	338	6	20	369	3	17	19¾	22	24¾	26¼	28	29¾	31¼	34¼	37	39½		
10	10,02	20,04	102	320	5	5	304	1	15½	18	20	22	23¾	25¼	27	28¾	31¼	33¾	36	38	40
9	8,12	16,2	82,7	259,8	4	7	247	7	14	16¼	18	20	21½	23	24½	25	28	30½	33	35	36½
8½	7,26	14,5	73,9	232,3	3	43	211	2	13½	15¼	17	19	20¼	21¾	23	24	26¼	28½	31	32½	3[illegible]¼
8	6,41	12,8	65,3	205,2	3	16	195	2	12½	14½	16	18½	19	20½	21½	23	25	27	29	30½	32½
7½	5,66	11,3	57,6	181,1	2	55	172	3	11	13¾	15	16½	18	19	20	21¼	23¼	25	27	28½	30¼
7	4,91	9,8	50	157,1	2	31	149	4	10¾	13	14	15½	16¾	18¾	19	20½	22	24	25½	27	28½
6½	4,23	8,4	43	135,3	2	9	128	5	10	12	13	14	15½	16¼	18	19	20	22	23	24½	2[illegible]¼
6	3,61	7,2	36,7	115	1	52	110	1	9½	11	12	13	14	15½	16	17	19	20½	22	23	24½
5½	3,13	6,2	31,8	99,2	1	36	94	3		10	11	12	13	14	15	15¾	17	19	20	21	22½
5	2,51	5	25,5	80,3	1	7	66	6			10	11	11¾	13	13¾	14	15½	16¾	18½	19¼	20½
4½	2,02	2,4	20,5	64,6	1	1	60	6				10	11	11¾	12	13½	14	15	16	17	18¾
4	1,6	1,2	16,2	51,2	0	51	48	51					9	10	11	11½	12	13½	14	15	16

Die vorher erwehnte ungemeine Verdünnung einer geringen Menge Waſſers, wird durch die

[LXXX.] 1. Das Verfahren, eine Feuermaſchine auf die Art zu machen, wie ſie der Marquis von Worceſter und Hauptmann Savery angegeben haben, und in welcher das Waſſer blos durch den Druck des ſich ausdehnenden Dunſtes würkt, iſt ſehr nützlich, und in Betracht gegen andere, wohlfeil. Wenn nun die Höhe, auf welche das Waſſer gehoben werden ſoll, nicht mehr beträgt, als 100 oder 150 Fuß; ſo kann dieſe Maſchine mit großem Vortheile gebraucht werden, und erfordert nur ein mäßiges Feuer, welches nicht ſtärker ſeyn darf, als das, womit gemeiniglich die Oefen oder Camine in den Zimmern geheitzt werden. Ueber dieſes ſind ſie ziemlich einfach, leicht zu machen und ſchicken ſich vortrefflich, das Waſſer durch Springbrunnen ſehr hoch zu treiben.

2. Der Herr Deſaguliers hat letzthin eine Bauart dieſer Maſchine auf einer Kupferplatte, nebſt ſeinen daran gemachten Verbeſſerungen, angegeben; und weil ich dafür halte, daß dieſe beſſer ſey, als die, welche Muſſchenbroek in ſeinem *Eſſai de Phyſique*, das Waſſer zu heben, geliefert hat; ſo will ich hier die erwehnte Zeichnung nebſt ihrer Erklärung beyfügen.

3. Der Waſſerkeſſel BB von Kupfer hat eine kugelförmige Geſtalt, welche die beſte unter allen iſt, weil ſie der Gewalt des Dampfes den meiſten Widerſtand leiſtet; welches denn in dieſem Falle ſehr nöthig iſt. Rund um dieſen Keſſel her wird die Feuerflamme erhalten, wie man ſolches bey TTT ſehen kann. Der Keſſel hat einen kupfernen Deckel, welcher darauf geſchraubt wird, und in welchem die Dampfröhre CD eingelöthet iſt; über dieſes zwo Röhren N und O, welche, wenn ihre Hähne umgedrehet werden, die Höhe der Oberfläche des inwendigen Waſſers auf eben die Art zeigen, wie bey der vorhergehenden Maſchine. Tab. XXV. Fig. 1.

4. In eben dem Deckel bey P iſt eine Klappe, über welche ein eiſerner Stab mit einem daran gehängten Gewichte geht, durch welche beyde die Klappe nieder gehalten wird; vermittelſt welcher man denn die Stärke

die Aeolipile gar ſehr merklich, deren Eigenſchaft und

ke des Dampfes auf das genaueſten ſchätzen kann. Denn weil dieſer Stab ein Hebel von der dritten Art iſt, ſo erhellet, daß, wenn der Stab des Hebels in zehn gleiche Theile getheilt wird, und der erſte von dieſen Theilen über der Mitte der Klappe iſt, das Gewicht Q aber an den Theilungspunkten 2, 3, 4 u. ſ. f. hängt, auch alsdenn die Kraft des Dampfes, welche die Klappe heben kann, 2, 3, 4 u. ſ. f. mal ſo groß ſey, als das Gewicht. Iſt nun die Breite der Klappe ein Quadratzoll, und das Gewicht Q = 15 lb. hängt über dem zweyten Theilungspunkte, wenn die Klappe durch den herausfahrenden Dampf gehoben wird; ſa erhellet daraus, daß derſelbe noch einmal ſo ſtark drückt, als die Kraft der äußern Luft, u. ſ. f. bis 10mal ſo ſtark, als der Druck der äußern Luft. In dieſem Falle muß man ſich aber wohl in Acht nehmen, daß der Dampf den Keſſel nicht zerſprengt.

5. Aus dem Keſſel wird derſelbe in ein kupfernes Gefäß A durch die Röhre CD und zwar, indem man den Stiel K des Dampfhahns DI umdreht, geleitet. Der Schlüſſel dieſes Hahns wird durch die Schraube L niedergedrückt, und durch das Queerſtück DL in die Höhe gehalten. Die Hahnfeder von K nach *x* umgedreht, und auf dieſe Weiſe dem Dampfe der Durchgang in das kupferne Gefäß A geöfnet.

6. Dieſer Recipient A aber hat unten bey dem Boden die Saugröhre ZH, welche in das Waſſer bey H in den Brunnen X herunter geht; und iſt oben mit der Steigröhre EE verbunden, welche ein wenig über das Waſſer in dem Sammelkaſten R hervor ragt. In dieſen beyden Röhren ſind zwey Ventile F und G, welche ſich beyde aufwerts öfnen. So wie nun der Dampf in den Recipienten A über das Waſſer geleitet wird; ſo drückt er daſſelbe durch das Ventil F, und die Röhre EE, welche zu dem Sammelkaſten geht: da denn der Recipient mit dem Dampfe angefüllt iſt.

7. Dieſer Dampf in dem Recipienten aber, wird durch den Guß des kalten Waſſers, welcher aus der Steig-

und Nutzen in Hervorbringung eines beſtändigen
und

Steigröhre, durch die dünne Röhre MI hinein geleitet wird, verdicket und alsdenn der Hahn bey M wieder zugeſchraubt. Nachdem nun der Dampf durch dieſen Guß wieder verdickt iſt, ſo nimmt er nur einen ganz kleinen Raum inwendig ein, da denn auf dieſe Weiſe ein luftleerer Raum entſteht, zu welchem das Waſſer in dem Brunnen in die Höhe ſteigt, das Waſſer in der Steigröhre wieder ins Gleichgewicht ſetzt, und auf dieſe Weiſe den Recipienten A wieder anfüllet; da denn die wenige Luft oben über *bc* abermal in einen engen Raum zuſammen gedrückt wird.

8. Damit aber beſtändig Waſſer in der Steigröhre ſey, und daſſelbe ſpringen kann; ſo iſt eine kleine Röhre nöthig, welche ihr das Waſſer aus dem Sammelkaſten zuführt: ſie muß aber ebenfalls mit einem kleinen Hahne Y verſehen ſeyn, welcher auf und zu gedreht werden kann, nachdem es nöthig iſt. Die Klappenventile bey F und G aber, müſſen zu gewiſſen Zeiten unterſucht, und die Stellſchraube 1 losgeſchraubt werden, damit der Biegel wieder locker werde und die Ventilklappe 3 leicht wieder zufällt: welche Theile denn alle im Großen, unterhalb dieſer Hauptfigur, vorgeſtellt ſind.

9. Durch die beſondere Einrichtung des Hahns bey Tab.
DI, und ſeines Würbels, wird das Waſſer aus der XXV.
Steigröhe zu dem Keſſen gelaſſen, den durch den Fig. 2.
Dampf verurſachten Abgang des Waſſers wieder zu erſetzen. Welches denn an den Durchſchnitten des Hahns und ſeines Würbels deutlich zu ſehen iſt, wo 5 der obere Theil deſſelben; 6 das Loch an der Seite iſt, welches zu dem Boden herunter geht, um den Dampf oder das Waſſer eins um das andere in den Recipienten A, zu laſſen, 7 aber der Gang an der andern Seite, das Waſſer aus der Druckröhre in den Keſſel B zu zapfen. Wie dieſes nun in den geſchieht, wird man leicht ſehen, wenn man nur die Durchſchnitte des Würbels und Hahngehäuſes in ihren beyden inwendigen Stellungen betrachtet.

10. Der Keſſel kann ohngefehr 5 bis 6 Oxhofde halten, der Recipient aber 1 Oxhofd. Die Maſchine wird
auf

und ſehr ſtarken lauten Zuges von Dunſte oder 4 bis 5 Stunden auf einander beſtändig würken, ohne, daß man binnen dieſer Zeit wieder Waſſer in den Keſſel laſſen darf; durch 4 Züge aber in einer Minute, werden, nach Verlaufe von einer Stunde, 200 Oxhofde Waſſer in die Höhe gezogen ſeyn. Der Dampf macht auch einen ſo ſtarken luftleeren Raum, daß das Waſſer aus dem Brunnen zu einer Höhe von 29 bis 30 Fuß ſteigt; und wenn er vermögend iſt, den eiſernen Stab, in dem das Gewicht bey der 6ſten Abtheilung hängt, zu heben; ſo kann er eine Waſſerſeule von ungefehr 50 Yarden hoch, in die Höhe ziehen: weil er alsdenn 6mal ſtärker iſt, als der Druck der äußern Luft; wie man denn ſolches aus dem leicht verſtehen wird, was wir von dieſem Gegenſtande, bey der gemeinen Waſſermaſchine (N. LXXIX. 5.) geſagt haben, weil das Waſſer in beyden Maſchinen auf eben die Art gehoben wird; bey jener durch den Druck der zuſammengepreßten elaſtiſchen Luft, bey dieſer durch den Druck des verdünnten elaſtiſchen Dampfes.

11. Die Federkraft deſſelben nimmt zu, wie ſeine Hitze, und da der Raum, in welchen er ſich auszubreiten bemüht, ſich wie ſeine Federkraft oder Stärke verhält, und wir aus dem Vorhergehenden wiſſen, daß das in einen Dunſt aufgelöſte Waſſer, eben die Kraft hat, wie die Luft, beynahe einen 3000mal größern Raum einnimmt, als vorher; ſo folgt, daß, wenn der Dampf noch einmal ſo viel Kraft hat, er ſich 6000mal weiter ausbreitet; iſt er aber fünfmal ſo ſtark, als die Federkraft der Luft, in einen 15000mal größern u. ſ. f.: welches aber durch keine Verſuche ausgemacht werden kann. Aus welchen allen denn erhellet, wie ſehr wir beynahe im Stande ſind, entweder durch dieſe, oder eine andere derſelben ähnliche Maſchine, und vermittelſt dieſes verdünneten Dampfes, einen luftleeren Raum zu machen.

Tab. XXIV. Fig. 8. [LXXXI.] 1. In den **philoſophiſchen Transactionen** N. 461. ſteht eine Nachricht von einer Verbeſſerung der Feuermaſchine, welche von dem Herrn **Payne** iſt, und darinnen beſteht. Er hat zween eiſerne Töpfe oder Gefäße, in der Geſtalt umgekehrter Kegel, ſo machen

oder Windes, eine ſolche Naturbegebenheit

machen laſſen, wie ſie durch ABEF vorgeſtellt ſind; auf deren oberm Theile ein kugelförmiger runder kupferner Deckel LMN, ohngefehr $5\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmeſſer, befeſtigt iſt. Alsdenn ſetzt er eine kleine Maſchine H, in die vorerwehnte hinein, die er den Zerſtreuer nennt, und welche rund umher kleine Röhren *a*, *b*, *c*, *d*, u. ſ. f. an der Seite befeſtigt hat; der Boden derſelben aber ruht mit ſeinem Mittelpunkte auf einem in der Mitte befeſtigten Stifte O. In dieſer Maſchine iſt eine aufrecht ſtehende Röhre G befeſtigt, welche an ihrem Boden Löcher hat, oben aber einen Trichter P, in welchen das Waſſer aus einer Leitröhre Q durch den Hahn R gelaſſen wird.

2. Nachdem nun dieſes Gefäß erwehnter maaßen eingerichtet iſt, ſo ſetzt man eins, zwey oder mehrere derſelben über ein dergeſtalt gemauertes Loch, daß, wenn das Feuer darunter erhalten wird, die Flamme das Gefäß rund umher einſchließen, und es die ganze Zeit hindurch, ſo lange es nemlich gebraucht wird, in einer glühenden Hitze erhalten werden kann; zu welcher Zeit denn das Kammrädgen, indem es von einer beſondern Maſchine umgedreht wird, den Zerſtreuer mit großer Geſchwindigkeit gleichfalls umdreht, und macht, daß das Waſſer in dem Zerſtreuer, vermöge ſeiner weichenden Centralkraft, durch die kleinen Röhren gegen die Seiten der glühenden Töpfe ſprützt; welche denn ſo gleich den größeſten Theil derſelben in einen elaſtiſchen Dampf auflöſen, der vermittelſt einer gemeinen Röhre oder Hahns, zu dem Stiefel der Maſchine geleitet wird, um den Kolben in demſelben in Bewegung zu ſetzen; das Waſſer aber wird vermittelſt einer Röhre CD, welche bey D ein verſchloſſenes Klappenventil hat, damit die Luft nicht hinein dringt, unten durch den Boden abgeleitet.

3. Durch öftere Verſuche, welche der Herr Payne mit dieſer Maſchine gemacht, hat er nachfolgende beſondere Umſtände entdeckt. Nemlich: daß ein ſolcher glüender Topf oder Gefäß 50 Gallons Waſſer, (nach dem Weinmaaße gerechnet,) in einer Stunde zerſtreuet.

heit iſt, welche eben ſo ſeltſam, als bewunderns.

4. Daß ein Cubiczoll Waſſer gemeiniglich 4000 Zolle Dunſt enthält; mithin bringen oder verurſachen 50 Gallons 46000000 in einer Stunde, oder 770000 in einer Minute; folglich zween ſolche Töpfe 1540000 Cubiczoll elaſtiſchen Dampf in einer Minute.

5. Daß durch einen mit der Feuermaſchine gemachten Verſuch 40 Gallons Waſſer in einer Stunde in einen elaſtiſchen Dampf aufgelöſet werden; wodurch eine cylindriſche Maſchine von 24 Zollen im Durchmeſſer, in Bewegung geſetzt werden kann.

6. Daß 112 lb. Kohlen hinreichend ſind, durch dieſes Verfahren, 90 Gallons Waſſer in einer Stunde in einen dünnen Dampf aufzulöſen; dahingegen bey der gemeinen Feuermaſchine mit kupfernen Keſſels dreymal ſo viel erfordert werden.

7. Daß 95 Gallons Waſſer, wenn ſie in einen Dampf aufgelöſt worden ſind, eine cylindriſche Maſchine von 36 Zollen im Durchmeſſer bewegen können. Aus welchen allen er denn die Folge zieht: daß durch ſeine neue Erfindung, eine Feuermaſchine zu bewegen, wenigſtens 60 pro Cent an Steinkohlen, erſparet werden.

8. Das Verfahren, durch welches er fand, wie viel Dampf von einer gegebenen Menge Waſſers erhalten werden könne, war dieſes: Er ließ eine kupferne Kugel A, 12 Zolle im Durchmeſſer mit zween meſſingenen Hähnen BB, zu beyden Seiten der Kugel gegen einander über, machen. Mit dem einen wurde die Kugel an der Röhre E befeſtigt, welche mit dem obern Theile an dem Dampfgefäße, wie z. E. bey N feſt gemacht, und mit dem Dampfe durch den Hahn F angefüllt war; C aber war der Ring oder Heckel, bey welchem die Kugel aufgehängt werden konnte.

9. Nun wog die ganze erwehntermaaßen eingerichtete Maſchine 15 lb. 3 Unzen Troy, oder 12 lb 9½ Unze Averdupois; der innere Raum oder Inhalt aber war ohngefehr 925 Cubiczolle Nachdem nun die Kugel an dem Dampfgefäße befeſtigt war, ſo wurden alle Hähne ſo lange aufgedreht, bis der hinein gedrungene Dampf die Kugel hinreichend erhitzt hatte; hierauf wurde

wundernswürdig erachtet werden kann: wie

wurde ſie wieder verſchloſſen, der Dampf verdickt, und die Luft hinein gelaſſen; als ſie nun an einer ſehr genauen Waage gewogen wurde, ſo betrug ihr Gewicht 15 lb. 3 Unzen 2 Pfenniggewicht; daß alſo die geſammte Menge Dunſt nicht mehr wog, als 2 Pfenniggewicht oder $\frac{1}{10}$ einer Unze Troy. Weswegen denn eine Unze Waſſer 9250 Cubiczolle Dampf enthält.

10. Nachdem die Kugel mit Waſſer gefüllt war, ſo wog ſie 45 lb 7 Unzen. Füllete man ſie aber nachher wieder mit Dampfe, und ſtellete einen der beyden Hähne unter Waſſer, ſo rauſchte daſſelbe in die Kugel hinein. Wurde nun der Hahn wieder verſchloſſen, und die Kugel mit dem Waſſer gewogen, ſo betrug ihr Gewicht 44 lb. 9 Unzen, welches, wenn es von dem vorigen abgezogen wird, einen Unterſcheid von 14 Unzen giebt. Woraus denn erhellet, daß faſt alle Luft heraus getrieben, oder in ſo fern ein luftleerer Raum gemacht worden iſt, als es die Verhältniß 713 zu 727 andeutet; oder der Theil von dem innern Raume der Kugel, welchen die Luft noch eingenommen, $\frac{14}{727}$ geweſen ſey.

11. Nachdem nun die Luft aus der Kugel durch den Dampf wieder heraus getrieben und beyde Hähne verſchloſſen worden; ſo hat man ſie abermal gewogen, und ihr Gewicht betrug 12 lb. 10$\frac{1}{2}$ Unze. Hierauf öfnete man wieder einen Hahn und ließ die Luft hinein; worauf denn die Waagſchale wieder niederſank; und in die andere gegen über $\frac{1}{2}$ Unze Averdupois noch hinein gelegt werden mußte, um das Gleichgewicht wieder herzuſtellen: welche halbe Unze alſo die Luft gewogen hat; oder 925 Cubiczolle Luft wägen ohngefehr 220 Grane.

12. Wir haben aber oben gefunden, daß die mit Dampfe angefüllte Kugel nur 2 Pfenniggewicht Troy gewogen hat, oder 40 Grane: weswegen denn die eigentümliche Schwere des elaſtiſchen Dampfes ſich zu der Schwere der Luft wie 40 zu 220 oder 2 zu 11 verhält. Weil nun die Verhältniß der Luft zu dem Waſſer

ſolches aus den Verſuchen erhellet [LXXXII.].
V. Die

wie 1 zu 860 iſt; ſo kommt für die eigentümliche Schwere des Dampfes (wenn wir ſtatt der Verhältniß 2 zu 11, 1 zu 5 annehmen), zu der eigentümlichen Schwere des Waſſers, wie 1 zu 860 $\times$ 5 = 4300.

13. Ferner, weil $\frac{1}{10}$ einer Unze Waſſer beynahe 925 Cubiczolle Luft austreibt; ſo wird ein Cubiczoll Waſſer (welcher $\frac{527}{1000}$ einer Unze Troy wägt,) ohngefehr 4630 Cubiczolle austreiben. Der Herr Payne aber nimmt 4000 für die beſtändige Quantität in ſeiner Rechnung an.

[LXXXII.] 1. Die Aeolipile oder Windkugel, iſt ein Inſtrument, welches ſo wohl nützlich als angenehm iſt. Es hat ſeinen Namen aus der Fabel von dem Aeolus, dem Gotte der Winde und des Ungewitters, von welchem die Poeten gedichtet, er habe ſeinen Pallaſt in den Höhlen, und die Aufſicht über die Winde aus gewiſſen hohlen Bergen beſorgt. Was die Erklärung des Worts anbetrift, ſo heißt daſſelbe ſo viel, als die Thore des Aeolus ('Αιόλȣ πύλαι) und zwar von der Aehnlichkeit der Würkung. Denn es beſteht dieſes Inſtrument aus einer kupfernen hohlen Kugel, in welche eine zarte Röhre mit einer überaus engen Oefnung angelöthet iſt; aus welcher, wenn Waſſer in der Kugel iſt, und man ſie erhitzt hat, ein Dampf mit einer ungemeinen Heftigkeit geſchwind heraus fährt, und ein Geräuſch macht, welches mit einem Sturmwinde viele Aehnlichkeit hat.

Tab. XXI Fig. 7. 2. Der Körper dieſes Inſtruments beſteht aus zween Theilen A und B, welche recht feſt und dergeſtalt zuſammen gelöthet ſind, damit das Inſtrument der Hitze eines ſtarken Feuers widerſtehen kann. An dem obern Theile dieſes Körpers aber iſt die Röhre CD gelöthet, deren Oefnung D ohngefehr den 40ſten oder 50ſten Theil eines Zolles im Durchmeſſer hat. Das Verfahren, das Inſtrument mit Waſſer zu füllen, beſteht darinnen: daß man es vorher, wenn es noch leer iſt, über das Feuer hält, es erhitzt, und dadurch die Luft heraus treibt; alsdenn aber aus dem Feuer heraus nimmt, und das Ende der Röhre D unter das Waſſer hält; da denn

V. Die letzte Urſache der Bewegung flüßiger Weſen, welche ich nahmhaft gemacht habe, iſt die, welche von der anziehenden Kraft herrührt. Wir haben bereits geſehen, wie dadurch dergleichen Weſen über die Oberfläche des Waſſers in den Haarröhrgen, und andern ähnlichen Körpern, in die Höhe ſteigt. Die bekanntſte und gemeinſte Bewegung dieſer Weſen aber, welche von der anziehenden Kraft herrührt, iſt die Ebbe und Fluth: denn die Waſſer des Weltmeers, da dieſelben in einer immerwehrenden Bewegung und keiner natürlichen Ruhe fähig ſind, bewegen ſich zugleich und ſteigen zu gewiſſen Zeiten, nachdem es die Kraft des Mondes, und der geringere Einfluß der Sonne erfordert, in die Höhe, und erheben ſich.

denn das Waſſer denjenigen inwendigen Raum einnimmt, welchen die Luft verlaſſen hat, und in welchen das Waſſer mithin durch die äußere Luft wieder hinein gedruckt wird.

3. Zu dem Verſuche braucht es nicht weiter als halb voll Waſſer zu ſeyn, welches ſchon eine beträgtliche Zeit erfordert, wenn es in Dampf aufgelöſt wird. Je heftiger übrigens das Feuer iſt, deſto ſtärker wird der Dampf ſeyn, mit einer deſto größern Gewalt heraus fahren, und dieſes beſondere Geräuſch ſo lange fortſetzen, bis das ganze Gefäß wieder ausgeleeret iſt; alsdenn aber hört das Geräuſch auf, und auf den Sturm folgt wieder eine angenehme Morgenröthe. Man muß ſich aber wohl vorſehen, daß das Loch D alsdenn nicht etwan verſtopft iſt, wenn das Inſtrument ins Feuer gelegt wird: denn wenn dieſes wäre, ſo würde die Aeolipile mit einem Knalle zerſpringen, als wenn ein Canon abgefeuert würde; da ſie denn leicht großen Schaden anrichten könnte. Jenes habe ich zweymal erfahren, und das eine mal hätte leicht ein Unglück daraus entſtehen können: denn, als ſie zerſprang,

Tab.XXII. Fig. 3. Dieſes zu erläutern, ſey NESQ die Erde, welche mit dem Waſſer ABDF bedeckt iſt; NS die Achſe der Erde, EQ der Aequator, TR der Wendecirkel des Krebſes, *tr* aber der Wendecirkel des Steinbocks; M der Mond in ſeinem Kreislaufe, und S die Sonne in dem ihrigen. Weil nun alle Körper eine anziehende Kraft haben, ſo zieht der Mond das Waſſer in dem nächſten Theile der Halbkugel FAB an, und zwar mit ſolchen Graden der Kraft, welche ſich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von allen Seiten verhalten; mithin da mit der ſtärkſten Gewalt, wo die Entfernung am geringſten iſt, welcher Punkt A ſich denn gerade unter ihm befindet. Weil nun die anziehende Kraft in dieſem Theile der Halbkugel derjenigen Kraft gerade entgegen würkt, welche die Erde hat; ſo muß das Waſſer in allen Theilen von B und F gegen A eine Schwere haben, welche immer nach und nach abnimmt; der allerleichſte Theil deſſelben aber, unter dem Punkte A liegen. Aus dieſer Urſache muß das Waſſer daſelbſt höher ſtehen, als unter dem Punkte F, wo es von der Erde ſtärker gezogen

ſo war die Gewalt ſo groß, daß der Körper des Inſtruments nicht da von einander fuhr, wo er zuſammen gelöthet war, ſondern der Riß gieng durch das dichte Metall, wo es eine Dicke von wenigſtens 0,08 Theilen eines Zolles hatte. Zu allem Glücke aber war es in einer ſolchen Stellung, daß der abgeſprungene Theil in den Rauchfang fuhr, welchen es an beyden Seiten mit großer Heftigkeit beſchädigte. Wären nun die Stücken nach der Lage hingeſchlagen, wo ſich Perſonen befanden; ſo hätten dieſe leicht unglücklich ſeyn können.

4. Um aber eine Vorſtellung von der großen Gewalt zu geben, welche erfordert wird, die Aeolipile auf die erwehnte Art zu zerſprengen; ſo wollen wir einmal eine

gen wird, und hier um ſo viel ſchwerer ſeyn, wie es aus den hydroſtatiſchen Geſetzen erhellet.

Ferner ſtimmt die anziehende Kraft des Mondes in dem andern Theile der Halbkugel FDB, mit der anziehenden Kraft der Erde überein; ſie nimmt aber ab, wie die Entfernungen zunehmen; und die vereinbarte Gewalt der anziehenden Kraft wird allenthalben von F und B gegen D, als der Strecke, welche dem Monde gegen über iſt, abnehmen; weswegen denn hier das Waſſer am leichteſten iſt und daher am höchſten ſteht, das Gleichgewicht zu erhalten. Woraus denn erhellet: daß aus dieſer Summe und dem Unterſcheide der anziehenden Kraft des Mondes und der Erde nothwendig ein Aufſchwellen des Waſſers entſtehen müſſe: welches denn eben diejenige Begebenheit in der Natur iſt, die wir die Ebbe und Fluth in den beyden Punkten A und D nennen, welche mit dem Mittelpunkte des Mondes und der Erde entweder ganz oder zum Theil in einer geraden Linie liegen. Auf eben die

ne Berechnung anſtellen. Man hat durch Verſuche gefunden, daß ein Drath von Kupfer $\frac{1}{10}$ des rheinländiſchen Zolles im Durchmeſſer, durch ein Gewicht von $299\frac{1}{4}$ lb. zerriſſen wird, wenn man es daran hängt. Nun verhält ſich aber der rheinländiſche Fuß zu dem londner wie 139 zu 135; mithin betrug der Durchmeſſer des Drathes nach dem engliſchen Maaße $\frac{135}{1390}$ von einem Zolle: weswegen denn der Inhalt des Quadratdurchſchnittes $\frac{212531}{25515000}$ oder beynahe $\frac{12}{2515}$ Quadratzolle beträgt*.

* Vielmehr (vermöge der Verhältniß 100:310 bey dem Cirkel) $\frac{114453}{15456800}$, das iſt, bey nahe $\frac{1}{135}$ Zoll. Welcher Bruch von des Herrn Verfaſſers ſeinem, der bey nahe $\frac{1}{120}$, merklich verſchieden iſt: denn dieſer verhält ſich zu einem, wie 27 zu 24, oder 9 zu 8.

Weiſe wird in den beyden Punkten F und D, weil daſelbſt das Waſſer am ſtärkſten angezogen wird, am ſchwerſten ſeyn, und ſich daher über die Oberfläche der Erde am wenigſten erheben: welches man denn die Ebbe des Waſſers nennt.

Kommt nun zu der anziehenden Kraft des Mondes, noch eben dieſe Kraft für die Sonne; ſo folgt daraus, daß die Fluth bey der Conjunction in S merklich ſtärker werden müſſe, oder auch in der Oppoſition H, das iſt, bey dem neuen oder vollen **Monde**, welches denn eben daher die ſtarke **Fluth** genennt zu werden pflegt; da man hingegen diejenige Fluth die ſchwächere oder abnehmende heißt, wenn die Sonne in O oder P ſteht, und das Waſſer in A und D am niedrigſten ſteht; weil alsdenn die anziehende Kraft des Mondes der anziehenden Kraft der Sonne gerade entgegen würkt.

Ferner iſt zu merken, daß bey den beyden Zeiten der Fluth bey A und D, die bey A in einem Orte T der nordlichen Breite alsdenn am ſtärkſten iſt, wenn ſich der Mond in den nordlichen Zeichen über dem Horizonte bewegt: denn der Punkt A iſt alsdenn dem Scheitelpunkte des

Ortes

5. Der Durchmeſſer der Aeolipile iſt 4 Zolle, ihr Umkreis alſo 12,566; die Dicke ohngefehr 0,08 Zoll. Mithin $12{,}566 \times 0{,}08 = 1{,}00528$ = dem äußern Flächeninhalte der Aeolipile. Rechnet demnach nach der Regel te tri: $\frac{21}{2551}$ oder $\frac{2}{255}$ erfordern $299\frac{1}{4}$ oder 300 lb., ein Stück zu zerbrechen; wie viel erfordert alsdenn ein Quadratzoll? Die Antwort iſt alsdenn 38250 lb.: denn $\frac{2}{255} : 300 = 1 : 38250$ lb. Mithin war die Kraft des Dampfes, welcher die Aeolipile erſprengte, acht und dreyßig tauſend, zwey hundert und funfzig Pfund, oder ein tauſend, neun hundert und zwölf Tonnen von 20 lb., und eine halbe.

6. Die-

Ortes G näher, als der Punkt gegenüber D, an eben dem Orte bey R, 12 Stunden nachher. Mithin muß die Höhe der Fluth SG größer ſeyn als an der Seite Rg gegenüber. Hiervon aber bemerkt man genau das Gegentheil, wenn ſich der Mond in den ſüdlichen Zeichen bewegt.

Daß ſich aber die Ebbe und Fluth eins um das andere, in einer Zeit von 6 Stunden äußert, erhellet leicht aus der Figur. Daß ſie aber alle Tage um eine Stunde ſpäter kommen müſſe, rührt von der genauen Uebereinſtimmung mit der Bewegung des Mondes her, welcher täglich um eben ſo viel ſpäter über dem Horizonte ſteht. Daß aber Ebbe und Fluth ſich alsdenn nicht äußern können, **wenn ſich der Mond im Mittagskreiſe befindet**, ſondern ohngefehr 3 Stunden ſpäter, rührt von der Kraft des Mondes her, welche alsdenn größer iſt, als in dem Mittagskreiſe eines Orts; ferner, weil die

6. Dieſes kann zu einem merkwürdigen Beyſpiele der unglaublichen Kraft dienen, welche der elaſtiſche Dampf hat; weil er dreymal ſo viel Kraft äußert, als das Schießpulver in dem größeſten Canon, wie wir ſolches (N. XXIV.) berechnet haben. Hieraus erhellet, was für einen ausnehmenden Nutzen dieſer ausgebreitete Dampf haben würde, wenn wir das Waſſer ſo geſchwind und eben ſo leicht in Dampf auflöſen könnten, als das Pulver durch das Feuer aufgelöſt wird. Dieſe Eigenſchaft der Luft hat uns auch bereits in den Stand geſetzt, Windbüchſen zu machen; und wir könnten auch eben ſo wohl Dampfbüchſen und andere dergleichen Schießgewehre und Inſtrumente mehr haben, die noch eine viel ſtärkere Gewalt leiſteten, wenn es, wie geſagt, nur möglich wäre, das Waſſer eben ſo geſchwind in einem Dunſt aufzulöſen, wie das Schießpulver.

Hitze des Tages um 3 Uhr ſtärker iſt, als um zwölfe; und die Hitze des Sommers im Auguſt gleichfalls ſtärker, als ohngefehr den 10ten Juni. Warum ſich aber endlich die ſtärkſten Fluthen nicht den 10ten März und 12ten September, ſondern im Februar und October äußern, davon iſt die Urſache dieſe: weil die Sonne im December der Erde näher ſteht, eben daher einen ſtärkern Einfluß in dieſelbe hat, wodurch ſie denn die Fluthen im Frühlinge beſchleunigt; dahingegen im Juni, wenn ſie am ſchwächeſten iſt, die Zeit der Herbſtfluthen nothwendig zurück gehalten wird.

Dieſes

7. Dieſes zu verſuchen, brauchen wir weiter nichts, als nur eine kleine Flaſche mit einem einzigen Tropfen Waſſer in derſelben; welche wir alsdenn ſo lange über das Feuer ſetzen, bis der Tropfen in einem Dunſte in die Höhe ſteigt, und die Luft heraus treibt; alsdenn den Pfropf in den Hals der Flaſche recht feſt hinein ſtopfen, dieſe ein wenig nach der Seite des Zimmers geneigt, über ein Feuer ſetzen; da denn der Dampf den Pfropf in einer kurzen Zeit mit einem ſtarken Knalle und zwar ſo ſtark, heraus treibt, als es durch ein Gran Schießpulver geſchehen ſeyn würde.

8. Oder man kann auch nur einige Tropfen Waſſer in einen Piſtolen- oder Flintenlauf thun, welcher an dem Ende der Pulverkammer verſchloſſen iſt, und eine Bleykugel feſt hinein laden. Alsdenn ſetzt man dieſen Boden des Laufs über ein Feuer, und läßt ihn dergeſtalt heiß werden, daß das Waſſer darinnen zu einem Dampfe wird; welcher denn, wenn er aus dem Zündloche heraus fährt, dadurch anzeigt, daß die Luft zuſammen heraus getrieben iſt. Alsdenn ſtopft man das Loch mit einem kleinen Pflocke zu: da denn der Dampf nach einiger Zeit die Kugel mit einer ſolchen Gewalt heraus treibt, als wenn das Gewehr mit gemeinem Schießpulver geladen wäre, und eben einen ſolchen Knall giebt, auch gleiche Würkung thut.

9. Ob

Dieſes ſind die Haupteigenſchaften der Ebbe und Fluth nach einer allgemeinen Theorie; und man bemerkt, daß ſie an allen Orten der Erde, wo dieſelbe nur völlig mit Waſſer bedeckt iſt, ſich genau alſo äußern, als es dieſe Theorie erfordert, das iſt, in dem großen atlantiſchen und weſtlichen Weltmeere [LXXXIII.].

9. Ob es nun gleich einige Schwierigkeit ſetzt, ein Verfahren ausfindig zu machen, durch welches man den Dampf ſo ſtark, ſo geſchwind, und in ſo großer Menge auflöſen kann, daß man, in einer merklichen Entfernung von dem Dampfgefäße, Röhre mit großen und ſchweren Kugeln laden und in die Ferne treiben könnte; ſo kann man doch nichts deſto weniger eine ähnliche Würkung von dieſer Art auf die Weiſe hervorbringen, wenn man ein wenig Waſſer auf dem Boden in einem Canon auf die Weiſe in Dunſt auflößt, indem man zuerſt eine glüende eiſernen Kugel in der Seele des Canons herunter laufen läßt; da denn dieſelbe das Waſſer ſogleich in einen Dampf anflöſt, wenn ſie bey dem Zündloche anlangt. Wird nun das Canon alsbald mit einer andern Kugel geladen; ſo wird der Dampf bald Stärke genug bekommen, dieſe mit Gewalt heraus zu treiben. Woraus denn erhellet: daß ein Dampfcanon eben keine Sache von bloßer Möglichkeit ſey; ſondern man deſſen Würklichkeit nicht ohne Grund zu hoffen hat: wenn man nemlich nur alle nöthigen Mittel und Verſuche anſtellt, welche hierzu nöthig ſind.

[LXXXIII.] 1. Die Theorie von der Ebbe und Fluth iſt von der Beſchaffenheit, daß ſie ſo wohl die Neugierde ungemein reitzen kann, als ſie von großer Wichtigkeit iſt. Aus dieſer Urſache haben ſich viele vornehme Gelehrten bemüht, dieſe Begebenheit ſo zu erklären, daß mit dieſer Erklärung alle beſondere Eigenſchaften derſelben, genau eingeſehen, und leicht daraus hergeleitet und verſtanden werden mögten. Ich habe ſie zuſammen unterſucht, kann aber keine finden, welche, wie ich glaube, ſo natürlich und offenbar iſt, als die ich hier vorgetragen habe. Denn die Natur ſelbſt erklärt

klärt gleichſam die beſondern Begebenheiten, und dieſes zwar ſo deutlich, daß ſie faſt gar keinen Beyſtand von der Kunſt nöthig hat; wovon ich denn bey verſchiedenen Theorien das Gegentheil durch öftere Erfahrungen bemerkt habe; weil man durch dieſe in gewiſſen Fällen öfters mehr in Verwirrung geſetzt wird, als daß man Deutlichkeit erhalten ſollte.

X Tab. XVI. Fig. 1. 2. Die mathematiſchen Gründe dieſer Theorie ſind nachfolgende. T ſey der Mittelpunkt der Erde, O der Mond, und ACDB der Umfang der Erde, welche rund umher mit Waſſer bedeckt zu ſeyn, angenommen, und deſſen äußerſte Oberfläche durch den gedruckten Cirkel Fig. 2. vorgeſtellet wird; die Entfernung von der Erdoberfläche, im Betracht gegen den Halbmeſſer der Erde aber, unendlich klein. Nun erhellet, daß, wenn der Mond nicht da wäre, oder er keine anziehende Kraft gegen die Erde äußerte, das Waſſer durch die anziehende Kraft dieſer allein, auf allen Seiten der Oberfläche, gleich ſtark angezogen werden würde; wenn nemlich die Erde keine Bewegung hätte. Es würde alſo das Waſſer von dem Mittelpunkte derſelben allenthalben vollkommen gleich weit entfernet ſeyn, und daher eine genau kugelförmige Geſtalt haben, wie ſolches in den hydroſtatiſchen Geſetzen erwieſen iſt.

3. Weil aber die Erde nicht ſtille ſteht, ſondern ſich um ihre Achſe dreht, und die durch dieſe Bewegung unter dem Aequator verurſachte weichende größeſte Centralkraft, daſelbſt die Schwere des Waſſers vermindert, ſo, daß es hier nicht ſo ſchwer iſt, als an andern Orten; und die weichende Centralkraft gegen einen jeden Pol zu immer abnimmt; ſo muß auch die Schwere des Waſſers, gegen dieſe Punkte zu, immer ſtärker werden, und genau unter einem jeden Pole am größeſten ſeyn. Da nun ferner die flüßigen Körper, welche alle mit einander zuſammen hängen, im Gleichgewichte bleiben, und wenn ſie verſchiedene Schweren haben, alsdenn auch ihre Dichtigkeiten verſchieden ſind, und eben daher ihre Höhen ungleich ſeyn müſſen, wenn ſie einander das Gleichgewicht halten ſollen; ſo folgt, daß das Waſſer unter dem Aequator, wo es am leichteſten iſt, etwas höher oder über der Erdoberfläche weiter erhaben ſeyn müſſe, wenn es dem Waſſer unter den Polen, welches ſchwerer iſt, und daher ſo hoch nicht ſteht,

ſteht, das Gleichgewicht halten ſoll. Woraus denn folgt: daß ein allgemeines Weltmeer keine genau kugelförmige, ſondern nur eine einer Kugel ziemlich ähnliche Geſtalt haben könne; und zwar aus eben den Urſachen, die wir (N. XXXIII.) angegeben haben, einer flüßigen Erde gleich ſeyn müſſe, deren längerer Durchmeſſer derjenige iſt, welcher durch den Aequator geht.

4. Weil aber dieſes von der täglichen Umdrehung der Erde allein herrührt, welche beſtändig einförmig iſt, und an allen Orten gleich bleibt; ſo kann ſie keine Veränderung in die Höhe des Waſſers, an irgend einem beſondern Orte machen, und daher auch in die Urſache der Ebbe und Fluth keinen Einfluß haben; er müßte denn etwan nur ſo gering ſeyn, daß man ihn gar nicht merken könnte. Was es nun aber hiermit vor eine Bewandtniß eigentlich hat, wird aus dem folgenden erhellen.

5. Das wechſelsweiſige Steigen und Fallen des Waſſers muß daher aus einer oder mehrern andern Urſachen kommen, als die wir auf der Erde entdecken können: ich will ſo viel ſagen, ſie muß von gewiſſen Himmelskörpern herrühren, welche eine ziemliche Strecke von uns entfernt ſind. Hieran laſſen uns die beſondern Zufälle und Eigenſchaften nicht zweifeln, welche der Ebbe und Fluth eigen ſind; und wir werden genöthiget, dieſe Naturbegebenheit dem Einfluſſe des Mondes mit gutem Rechte beyzumeſſen, weil beyde eine ſo genaue Uebereinſtimmung mit einander haben. Denn man muß eh nothwendig angemerkt haben, daß bey einem jedweden neuen und vollen Monde die Ebbe und Fluth viel ſtärker geweſen iſt, als zu andern Zeiten; wodurch man denn verſichert worden iſt, daß die Sonne ebenfalls einen Einfluß in dieſe Naturbegebenheit habe. Ja, was noch mehr, Plinius berichtet uns, daß man ſich ſehr viel Mühe gegeben habe, die jährliche Bewegung derſelben nach allen ihren beſondern Umſtänden ſorgfältigſt zu beobachten; auch habe man bemerkt, daß ſie im Winter ſtärker ſey, als im Sommer. Allein ſie hatten keine Theorie, aus welcher ſie die täglichen, monatlichen und jährlichen unterſcheide der Ebbe und Fluth erklären konnten. Dieſes war alſo der Entdeckung des berühmten Verfaſſers unſerer Weltweisheit vorbehalten; dieſes

ſes ſeinen Fußſtapfen werden wir alſo, ſo viel möglich, in der Erklärung der beſondern Eigenſchaften derſelben nachgehen.

6. Weil nun, wie wir bereits gleich im Anfange des erſten Theil dargethan haben, alle Körper wechſelsweiſe gegen einander von Natur ſchwer ſind, ſo, daß der Mond bey O die Erde bey T mit ihren Waſſern eben ſo wohl anzieht, als von ihr angezogen wird; das Geſetz der anziehenden Kraft aber von der Beſchaffenheit iſt, daß dieſelbe ſo abnimmt, als die Quadrate der Entfernungen zu nehmen; ſo muß das Waſſer bey A, P, C, B, oder A, D, *p*, B auf eine verſchiedne Art von der anziehenden Kraft des Mondes bey O bewürkt, oder in Bewegung geſetzt werden. Bey A muß ſie am ſtärkſten ſeyn, weil dieſer Punkt dem Monde am nächſten zugekehrt, bey B aber am geringſten, weil dieſer am weiteſten von ihm entfernt iſt; bey C oder D wird ſich das Mittel dieſer Kraft äußern, und ohngefehr ſo ſtark, wie bey dem Mittelpunkte der Erde T; und zwar wegen der großen Entfernung TO, in Betracht gegen die Entfernung TC.

7. Wir wollen indeſſen den Fall von einem Waſſertheilgen bey P betrachten, und ihn mit einem andern des Theilgens in A ebenfalls in der nähern Halbkugel CAD, vergleichen; ferner einen andern von *p* mit dem von B, in der entferntern Halbkugel CBD, ebenfalls in Vergleichung ſetzen. Man ziehe demnach die Linien OP und O*p*; in der verlängerten Linie OP ſtelle OK die mittlere anziehende Kraft vor; oder auch die, welche das Theilgen C hat; und es ſeyen die Entfernungen und Würkungen derſelben, wie $OL : OK = (OK)^2 : (OP)^2$; ſo iſt $OL : OK = \frac{1}{(OP)^2} : \frac{1}{(OK)^2}$,

oder $OK : \frac{1}{(OK)^2} = OL : \frac{1}{(OP)^2}$: weswegen denn OK und OL die anziehenden Kräfte des Mondes vorſtellen, mit welchen die beyden Theilgen C und P von ihm angezogen werden; welche Kräfte ſich denn wie die Quadrate der Entfernungen umgekehrt verhalten.

8. Setzen wir nun auf gleiche Weiſe $Ol : Ok = (Ok)^2 : (Op)^2$, ſo iſt Ol die Kraft, mit welcher das

Theil-

Theilgen p von dem Monde angezogen wird. Man verlängere demnach OT, und ziehe LM mit PT parallel, lm aber mit pT ebenfalls parallel; ſo kann die Kraft OL in zwo andern LM und MO, die Kraft Ol aber in lm und mO zerlegt werden. Weil ſich nun LM und lm wie PT und pT direct verhalten; ſo drücken ſie die Kräfte aus, welche noch zu der anziehenden Kraft der Erde auf die Theilgen P und p addirt werden müſſen. Wären nun dieſe hinzu gekommenen Kräfte nicht allenthalben gleich, ſo könnte das Waſſer um die ganze Erdoberfläche keine gleiche Kraft der Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde, und eben daher dieſe keine kugelförmige Geſtalt haben.

9. Damit dieſes deſto deutlicher erhellen möge, ſo haben wir (vermöge der Aehnlichkeit der Dreyecke LOM und POT) LM : PT = LO : PO; weswegen denn $LM = \frac{PT \times LO}{PO}$. Weil ſich aber LO wie $\frac{1}{(PO)^2}$ verhält, (N. 7.); ſo erhalten wir $LM = \frac{PT}{(PO)^3}$, oder weil PT eine beſtändige Größe iſt, $LM = \frac{1}{(PO)^3}$; und aus eben der Urſache $lm = \frac{1}{(pO)^3}$, das iſt, $LM : lm = (pO)^3 : (PO)^3$. Weil aber PO kleiner iſt als pO; ſo iſt auch LM viel größer als lm. Mithin wird auch das Waſſer bey P und p von ſehr verſchiedenen Kräften angezogen: folglich auch nicht allenthalben gleich ſtark gegen den Mittelpunkt der Erde T drücken, und in gleicher Entfernung von demſelben ſeyn. In den Punkten A und B aber wird dieſer Unterſcheid der Kräfte am größeſten ſeyn: denn ſie werden ſich in denenſelben umgekehrt wie $(AO)^3$ und $(BO)^3$ verhalten, welche Cubi am meiſten unter allen übrigen verſchieden ſind.

10. Nun iſt dieſes aber nur ein Theil der anziehenden Kraft des Mondes, welcher das Waſſer aus ſeiner gewöhnlichen Lage ziehet; der andere Theil MO aber vergrößert dieſe Bewegung aus der gewöhnlichen Lage noch mehr: denn wenn TO die Kraft iſt, mit welcher

cher der Mittelpunkt der Erde von dem Monde O angezogen wird; ſo iſt klar, daß das Waſſer niemals mit eben der Geſchwindigkeit wie die Erde, gegen den Mond bewegt werden kann, wo nicht MO und *m*O der Entfernung TO gleich ſind, das iſt, bey den Punkten C und D. Wenn man aber TO von MO abzieht, ſo iſt der Unterſcheid TM der Unterſcheid der Kraft, mit welcher das Waſſer in einem jeden Punkte P der Halbkugel CAD, gegen den Mond ſtärker gezogen wird, als gegen die Erde ſelbſt; und T*m* drückt die Kraft aus, mit welcher die Erde gegen den Mond ſtärker würkt, als das Waſſer in irgend einem Punkte *p* der entferntern Halbkugel CBD.

11. Die Verhältniß des Theils der Kraft MO aber, im Betracht gegen OP, wird nachfolgender maaßen gefunden: wie MO : OT = LM : PT; weswegen denn $MO = \frac{OT \times LM}{PT}$. Weil aber beyde OT und PT beſtändige Größen ſind; ſo haben wir MO = LM, das iſt, MO verhält ſich wie $\frac{1}{(PO)^3}$. Mithin verhält ſich MO, bey A, wie $\frac{1}{(AT)^3}$, und *m*O, bey B, wie $\frac{1}{(OB)^3}$, das iſt, im Betracht gegen die Punkte A und B haben wir nunmehro MO : *m*O = $(OB)^3 : (OA)^3$; und weil dieſe Cubi die größeſten unter allen ſind, ſo wird auch das Waſſer in A gegen den Mond mit dem größeſten Unterſcheide der anziehenden Kraft, bey B aber mit dem geringſten Unterſcheide eben dieſer anziehenden Kraft, getrieben. Folglich weicht das Waſſer daſelbſt, aus dieſer Urſache, am meiſten von der kugelförmigen Geſtalt ab.

12. Weil alſo beyde Theile der Kraft des Mondes ſich wie die Cubi der Entfernungen deſſelben umgekehrt verhalten; ſo werden ſie beyde machen, daß das Waſſer bey A und B ſich von dem Mittelpunkte T entfernt, und eine Figur annimmt, welche nur beynahe kugelförmig iſt, deren längere Achſe BA gegen des Mondes

Mittel-

Mittelpunkt O gekehrt iſt. Die Kraft iſt alſo $MO = MT + TO$; weil aber der Theil TO beſtändig gleich iſt, ſo wird der Theil, welcher das Waſſer aus ſeiner gewöhnlichen Lage zieht, nur TM ſeyn, welcher $MO - TO$ gleich iſt; wenn nun $MO = TO$, ſo wird $TM = o$; welches geſchiehet, wenn P in C oder D fällt. Da denn LM mit PT, beyde aber mit CT zuſammen fallen. Weswegen denn, weil in dem Falle die Linie $OK = OC = OT$ wird, die Kräfte, welche das Waſſer aus ihrer natürlichen Lage ziehen, zum Theil verſchwinden (indem $TM = o$ wird) und der andere Theil LM macht, daß das Waſſer bey C ſchwerer iſt, als an einem jeden andern Orte. Weil nun alles, in Betracht gegen den Theil p umgekehrt iſt; ſo folgt, daß das Waſſer neben den Punkten C und D nicht ſo weit von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ſeyn wird, als irgendwo auſſer dieſen: weswegen denn CTD der kürzeſte Durchmeſſer der wäſſerichten Sphäroide ACBD iſt.

13. Uebrigens haben wir geſehen, daß die Sonne S eben dieſe Würkung auf das Waſſer, über der Erde habe. Denn obgleich die Bewegung oder abſolute Kraft der Sonne auf das Waſſer, viel größer iſt, als die Kraft des Mondes auf dieſelbe; ſo werden doch die Theile derſelben, welche die Geſtalt der wäſſerichen Kugel z. E. LM und lm, TM und Tm ändern, in dieſem Falle geringer ſeyn, als vorher, weil die Entfernung TS ſehr viel gröſſer iſt, als TO. Da nun die Kräfte des Mondes in den Punkten A und B, welche die gewöhnliche Lage des Waſſers und deren Oberfläche ändern, ſich wie $(BO)^3$ zu $(AO)^3$ verhalten; ſo ſind eben dieſe Kräfte bey der Sonne, wie $(SB)^3$ zu $(SA)^3$. Der Unterſcheid zwiſchen dieſen letztern Cubis aber iſt viel kleiner, als zwiſchen den erſtern, weil jener ihre Wurzeln SB und SA viel größer ſind. Denn es ſey z. E. $OA = 10$, $OB = 11$; $SA = 100$, und $SB = 101$; ſo iſt $(OA)^3 : (OB)^3 = 1000 : 2331 = 100 : 133$ beynahe. Es iſt aber $(SA)^3 : (SB)^3 = 1000000 : 1030301 = 100 : 103$ beynahe.

14. Hieraus ſehen wir, daß beyde erwehnte Weltkörper, in den entgegen geſetzten Gegenden der Oberfläche der Erde A und B, in einer Zeit von einem jeden ſeiner Tage, das iſt in einem Monden, oder Son-

nentage, oder der Zeit, binnen welcher der Mond oder die Sonne, nachdem ſie durch den Mittagskreis gegangen ſind, und abermal zu demſelben kommen, einmal die Ebbe und Fluth verurſachen. Ein Mondentag aber, weil die Bewegung des Mondes geſchwinder und nach eben der Strecke geſchiehet, wie die Bewegung der Erde, iſt ohngefehr 50 Minuten länger, als ein Sonnentag von 24 Stunden Mithin ſtimmt auch die Bewegung derer von beyden erwehnten Weltkörpern verurſachten Ebbe und Fluth, mit der Bewegung dieſer Körper überein, und jene äußern ſich zuweilen in eben der Zeit, oder auch nicht; die von dem Monde erregte aber fällt beſtändig ſpäter, als die, welche von der Sonne herrührt.

15. Um aber die Kräfte der Sonne und des Mondes zu berechnen, wie hoch ſie nemlich das Waſſer heben, ſo wollen wir gegenwärtig annehmen, P ſey der Mond, und T die Erde; mithin iſt LM die von der Würkung der Sonne S herrührende Vermehrung der Schwere der Mondes gegen die Erde. Wenn nun P in C fällt, ſo verhält ſich LM wie CT, welche wir A nennen wollen. Die Schwere der Erde gegen die Sonne wird durch TS ausgedrückt, welche F heißen mag, das iſt, CT : TS = A : F. Nun ſey P die Zeit des Umlaufs der Erde um die Sonne, und p die Zeit des Umlaufs des Mondes um die Erde; ferner ſey f die Kraft der Schwere des Mondes gegen die Erde; ſo iſt $F : f = \frac{TS}{P^2} : \frac{TC}{p^2}$ (N. XXXIII. 6.). Mithin $F : f = \frac{F}{P^2} : \frac{A}{p^2}$;

Alſo $\frac{FA}{p^2} = \frac{Ff}{P^2}$, das iſt, $\frac{A}{p^2} = \frac{f}{P^2}$, weswegen denn $A : f = p^2 : P^2$, oder der Zuwachs der Schwere des Mondes bey C, verhält ſich zu der Schwere deſſelben gegen die Erde, wie das Quadrat des Zeitlaufes des Mondes zu dem Quadrate des Zeitlaufes der Erde. Nun iſt aber p = 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten; und P = 365 Tagen 6 Stunden und 9 Minuten; mithin $p^2 : P^2 = 1000 : 178725 =$ $1 : 178\frac{725}{1000} = A : f$.

15. Wenn

16. Wenn wir nun den Halbmeſſer der Erde = 1, und G = der Kraft der Schwere auf ihrer Oberfläche ſetzen; und die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 60 halbe Durchmeſſer der Erde beträgt; ſo haben wir $f : G = 1^2 : (60)^2 = 1 : 3600$; mithin $3600f = G$, und $f = \frac{G}{3600}$; welches, wenn es in der vorhergehenden Proportion für f geſetzt wird, die Proportion $A : \frac{G}{3600} = 1 : 178{,}725$ giebt; mithin $178{,}725\,A = \frac{G}{3600}$. Folglich $A : G = 1 : 178{,}725 \times 3600 = 643400$.

17. Was wir bisher geſagt haben, beruhet darauf, daß ſich der Mond um den Mittelpunkt der Erde bewegt, indem dieſe in Ruhe iſt; dieſe Bewandtniß aber hat es mit beyden nicht: denn ſo wohl die Erde als der Mond bewegen ſich um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt (N. XXXV.); und wenn wir ſetzen, die Körpermaſſe des Mondes verhalte ſich zu eben dieſer Maſſe der Erde, wie 1 zu 39,788; ſo finden wir die eigentliche mittlere Entfernung des Mondes von der Erde, wenn er ſich um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt bewegt, 60,5 Durchmeſſer der Erde. Die Kraft aber, durch welche er in ſeiner Laufbahn von 60 Halbmeſſern erhalten wird, verhält ſich zu der, die ihn auf $60\frac{1}{2}$ (wenn er ſich in eben der Zeit wie vorher durch ſeine Laufbahn bewegt) erhält, wie $60 : 60\frac{1}{2}$ (wie wir N. XXXIII. 8. geſehen haben). Weswegen denn $60 : 60\frac{1}{2} = f : \frac{60{,}5f}{60} = f$ genau aequirt iſt. Hier iſt aber $f : \frac{60f}{60{,}5}$, und vorher hatten wir $f = \frac{G}{(60)^2}$; mithin $\frac{60f}{60{,}5} = \frac{G}{(60)^2}$ und $\frac{60{,}5\,G}{(60)^3} = f$. Weswegen

denn $A:G = 1:643400 \times \frac{60}{60,5} = 638059,78 = b$, das iſt $A = \frac{G}{b}$.

18. Auf eben die Art erhellet, daß, wenn ein Körper P ſich auf der Oberfläche der Erde herum bewegt, er bey C eine additional Schwere a hat, welche ſich wie $\frac{G}{x}$ verhält; mithin $A : a = 60\frac{1}{2} : 1 = \frac{G}{b} : \frac{G}{x}$; weswegen denn $x = 60\frac{1}{2}a = 60\frac{1}{2} \times 638059,78 = 38602616,7$. Weil nun das Waſſer genau eben auf die Art bewegt wird, als ein ſolcher Körper, welcher auf der Erdoberfläche durch den Einfluß der Sonne in Bewegung geſetzt wird, (weil beyde dem Eindrucke der Kraft nachgeben) ſo **verhält ſich die Kraft der Sonne, wodurch die Schwere des Waſſers bey C und D vermehrt wird, zu der Kraft der Schwere, wie 1 zu 38602616,7.**

19. Um nun dieſe Kraft bey A und B zu beſtimmen, ſo müſſen wir hier den Werth von LM finden, von welcher das Theilgen bey A gegen T getrieben; wie auch TM, von welcher es nach der entgegen geſetzten Strecke gegen S gezogen wird; ſo iſt alsdenn der Unterſcheid dieſer beyden Kräfte TM — LM die verlangte Kraft. Dieſes nun zu erhalten, muß man erwägen, daß, im Betracht gegen die ungeheuere Entfernung des Mondes in O, in Erwegung gegen P, der Winkel POT ſehr gering ſeyn, und die Linien OL, OM als mit einander parallel angeſehen werden können: weswegen denn LM = PT, und PL = TM, wenigſtens beynahe.

20. Wenn nun P mit A, und K mit T zuſammen fällt; ſo iſt LM = AT = PR, und TM = PL = AT + KL; weswegen denn TM — LM = KL, welches daher die ganze Kraft iſt, von welcher das Waſſer bey A, von dem Mittelpunkte der Erde T gezogen wird. Auf eben die Weiſe haben wir gewieſen, daß $Tm - lm = kl =$ der ganzen Kraft bey B ſey, welche das Waſſer aus ſeiner gewöhnlichen Lage hebt.

21. Fer-

21. Ferner, weil SP beynahe SK gleich iſt, und $SL:SK = (SK)^2 : (SP)^2$; folglich $SL - SK : SK = (SK)^2 - (SP)^2 : (SP^2)$, das iſt $KL : SK = PK \times (SK + SP) : (SP)^2$; weil der Unterſcheid der Quadrate zwoer Zahlen der in ihren Unterſcheid multiplicirten Summe gleich iſt; mithin $(a + b) \times (a - b) = aa - bb$). Weil nun $SK = SP$, ſo haben wir $KL : SP = PK \times 2SP : (SP)^2 = 2PK : SP$; weswegen denn $KL = 2PR$, und $PL = TM = 3PK$.

22. Wenn alſo P mit A zuſammen fällt, ſo haben wir $PK = AT = PT = LM$, und daher $TM = PK = 3LM$, und $TM - LM = KL = 2LM = 2AT = 2CT$. $C\Gamma$ aber drückt die additional Schwere bey C aus; folglich iſt $KL = 2TC$ die Kraft, mit welcher das Waſſer von T gegen S gezogen wird; und weil $TC = a = \frac{G}{38602616,7}$, ſo haben wir $KL = \frac{2G}{38602616,7} = \frac{G}{19301308,3}$; das iſt, die Verminderung der Schwere bey A iſt doppelt ſo groß, wie der Zuwachs derſelben in C, und iſt der $\frac{1}{19301308,3}$ ſte Theil der ganzen Schwere.

23. Mithin beträgt die Summe beyder Kräfte $KL + LM = \frac{2G}{38602616,7} + \frac{G}{38602616,7} = \frac{3G}{38602616,7} = \frac{G}{12867538,9}$; oder die ganze Kraft der Sonne, welche vermögend iſt, das Waſſer eines Weltmeeres in Bewegung zu ſetzen, iſt der $\frac{1}{12867538,9}$ ſte Theil der Schwere der anziehenden Kraft der Erde. Dieſes aber iſt die Kraft in einem beſtimmten Orte, über welchen die Sonne gerade vertical ſteht, und zwar in ihrer mittlern Weite von der Erde. In einer andern Lage der Sonne aber, iſt die Kraft nach eben der Verhältniß anders, wie der Sinus verſus der doppelten Höhe

der Sonne über dem Horizonte direct, und der Cubus ihrer Entfernung von der Erde umgekehrt.

24. Uebrigens haben wir gewieſen, daß die weichende Centralkraft eines Theils der Erdoberfläche unter dem Aequator, den $\frac{1}{289}$ſten Theil der Schwere betrage (N. XXXIII. 20.): weswegen ſich denn die weichende Centralkraft zu der das Weltmeer bewegenden Kraft der Sonne, wie 12867538,9 zu 289, oder wie 44524,4 zu 1 verhält. Weil ſich über dieſes der Durchmeſſer des Aequators zu dem Durchmeſſer der Pole wie 230 zu 229 verhält (wie wir ſolches an dem angezogenen Orte gezeigt haben); ſo erhalten wir durch die Rechnung nach der Regel de tri 229 : 230 = 4000 : 4017,5, und für den Unterſcheid 17,5 Meilen, oder 924000 Fuß für die Würkung oder Erhebung unter dem Aequator, welche durch die Centralkraft verurſacht wird. Rechnet demnach 44524,4 : 924000 = 1 : 2,07 = 2 Fuß und $\frac{4}{5}$ Zoll = 24,84 Zolle; welches die Höhe iſt, auf welche die Sonne das Waſſer bey A und B höher heben kann, als die Kraft bey den Punkten C und D.

25. In dieſer Berechnung hat der Profeſſor Euler einen großen Fehler des Herrn Iſaac Newton und deſſen Grundſätzen zu finden geglaubt; indem er dieſe Höhe von 25 Zollen einen ſo ausnehmend großen als ungemeinen Fehler nennet: und zwar, weil er durch ſeine Berechnung nur einen halben Fuß, oder etwas weniges mehr für die Höhe heraus bringt, auf welche die Sonne das Waſſer des Weltmeeres heben könne. Weil aber die Herren Bernoulli und Mac Laurin jeder beſonders ihre Berechnungen angeſtellet, die Aufgabe aufgelöſet haben, und zwar mit einer ausnehmenden Uebereinſtimmung, ſo wohl mit einander, als des Herrn Newton ſeiner; ſo dürfen wir eben nicht daran zweifeln, daß dieſe ihre gute Richtigkeit habe. Uebrigens ſcheint ſie auf richtigern und augenſcheinlichern Gründen zu beruhen, als des Herrn Euler ſeine, welche er doch als einen Grund des Widerſpruchs gegen den Herrn Newton annimmt und ſie vorzieht.

36. Die Kraft der Sonne, das Waſſer zu bewegen, hat man auch aus den Zeiten des Umlaufs der Erde und des Mondes hergeleitet; und auf eben die Weiſe könnte auch die Kraft des Mondes, das Waſſer aus

ſeiner

ſeiner gewöhnlichen Lage zu ziehen, berechnet werden, wenn der Mond einen Trabanten hätte, und man die Zeit ſeines Umlaufs mit der Zeit des Umlaufes des Mondes vergleichen könnte. Weil aber der Mond keinen Trabanten hat, ſo müſſen wir unſere Zuflucht zu andern Verfahren nehmen; unter welchen denn das leichteſte iſt, daß wir die Verhältniß der Kraft der Sonne und des Mondes, aus der Verhältniß ihrer Würkungen auf das Waſſer in der See herleiten; das iſt, wir müſſen die Höhen beobachten, zu welchen das Waſſer ſteigt, wenn beyde mit einander und wider einander würken. Auf dieſe Weiſe beobachtet Sirmius daß bey dem Ausfluſſe des Avon, bey dem dritten Meilenſteine unterhalb Briſtol, das Waſſer in den Syzygien ohngefehr 45 Fuß hoch geſtanden ſey; in den Quadraturen aber deren 25. Auch hat der Hauptmann Colpreß bey Plymouth beobachtet, daß dieſe Höhen ſich wie $30\frac{1}{2}$ zu $11\frac{1}{2}$ oder 41 zu 23 verhalten habe. Zu Havre de Grace hat man die Höhen wie 17 zu 11 bemerkt: von welchen allen denn die Verhältniß wie 10 zu 6 oder 5 zu 3 das Mittel iſt. Es ſey demnach $S =$ der Kraft der Sonne, und $L =$ der Kraft des Mondes; ſo iſt $L + S : L - S = 10 : 6 = 5 : 3$; weswegen denn $L : S = 4 : 1$ iſt, oder die Kraft des Mondes iſt ohngefehr vierfach ſo groß, als die Kraft der Sonne.

27. Und dieſes wird eine ſattſam hinreichende und genaue Beſtimmung ſeyn, wenn ſich die Sonne und der Mond im Aequator und in ihrer mittlern Entfernung von der Erde befinden; auch wenn die Ebbe und Fluth alsdenn am größeſten und geringſten in den Syzygien und Quadraturen, und die Entfernnng des Mondes in beyden gleich iſt. Weil man aber alles dieſes in der Natur würklich anders findet, ſo müſſen wir die vorerwehnte Proportion, wegen dieſer veränderten Umſtände, ebenfalls ſo verändern, daß ſie wenigſtens $1,017522\,L + 0,7986355\,S : 0,9830427 \times 0,8570327\,L - 0,7986355\,S = 5 : 3$, herauskömmt; oder, wenn wir für die Zahlen Buchſtaben und $a = 1,0175$, $b = 0,7986$, $c = 0,983$, und $d = 0,857$ ſetzen; ſo haben wir $aL + bS : cdL - bS = 5 : 3$.

28. Folglich $aL + bS = 5$, und $cdL - bS = 3$; weswegen denn $\frac{5 - aL}{b} = S$, welches, wenn es in der andern Gleichung ſubſtituirt wird, $cdL - 5 + aL = 3$, oder $cdL + aL = 8$ giebt; woraus denn $L = \frac{8}{cd + a} = 4{,}301$ erhalten wird; und endlich $\frac{5 - aL}{b} = 0{,}7808 = S$. Weswegen denn $S : L = 0{,}7808 : 4{,}301 = 1 : 5{,}508$; wenn wir aber die mittlere Verhältniß der Ebbe und Fluth, mit dem Herrn Newton, wie 9 zu 5 annehmen; ſo iſt $S : L = 1 : 4{,}4815$. Weil nun die Sonne das Waſſer 25 Zolle hebt, ſo hebt es der Mond $25 \times 5{,}508$ Zolle $= 137{,}7 = 11\frac{1}{2}$ Fuß. Die Summe beyder Kräfte müßte alſo das Waſſer auf $13\frac{1}{2}$ Fuß bey dem neuen und vollen Monde heben, der Unterſcheid dieſer Kräfte aber $9\frac{1}{2}$ Fuß, wie z. E. in denen Vierteln. Und dieſe Höhen ſtimmen auch mit den Beobachtungen vortreflich überein: denn in der atlantiſchen und aethiopiſchen See bemerkt man die Ebbe und Fluth von 6 bis 15 Fuß hoch, und überhaupt in dem großen ſtillen Weltmeere höher. Kurz, daß die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, im Betracht dieſes übereinſtimmten, müßte die ganze Erdkugel ſehr hoch mit Waſſer bedeckt; wenigſtens dürfte das Weltmeer nicht weniger als 90 Grade oder den vierten Theil des Cirkels der Erdkugel breit ſeyn.

Tab. XXVI. Fig. 2. 29. Der Hauptinhalt von allen dem, was bisher geſagt worden iſt, beſtehet alſo darinnen: wenn NOPQ die Oberfläche der Erde, T ihr Mittelpunkt, und IFKGLHCE ein Kreis iſt, welcher die Oberfläche des die Erde bedeckenden Waſſers vorſtellet, und nur allein von der Schwere der Erde herrühret; ſo wird das Waſſer, wenn man einen anziehenden Körper S in der Entfernung ST ſtellet, nicht länger ſeine kugelförmige Geſtalt behalten, ſondern eine längliche ACBD annehmen, welche nicht genau kugelförmig, ſondern von der Beſchaffenheit iſt, daß ſie bey den Punkten C und D gegen M und K gedruckt, von L und I gegen A und B aber erhoben; die Erhöhung AL oder BI aber doppelt ſo groß als die Erniedrigung CM oder DK iſt. Bedeutet nun S die Sonne, ſo iſt $AP - OK = AL + KD$

= 25 Zolle; oder $11\frac{1}{2}$ Fuß, im Fall S den Mond vorſtellet. Daß bey den Punkten E, F, G, H, (welche die Octanten genennt werden) das Waſſer weder erhaben noch erniedriget iſt, daß wenn ein anderer Körper, wie z. E. der Mond, in eben der geraden Linie TS in O geſtellt wird, alsdenn durch den vereinigten Einfluß beyder Körper, ſowohl S als O, die Erhöhungen bey A und B ſtärker werden, und die Erniedrigung bey C und D gleichfalls. Wenn endlich S in der Lage ſ, oder vertical über dem Punkte D iſt, ſo erhellet offenbar, daß ſeine Würkung, das Waſſer D zu heben, derjenigen gerade entgegen geſetzt ſeyn würde, mit welcher es der Mond eben daſelbſt erniedriget. Folglich wird dieſe Erniedrigung nicht ſo groß wie vorher ſeyn: und aus eben der Urſache bey A und B vermindert, weil er ſich nur blos wie der Unterſcheid der beyden Kräfte verhält, vorher aber wie deren Summe.

30. Nunmehr wollen wir noch die übrigen Eigenſchaften der Ebbe und Fluth betrachten. Zuerſt aber iſt klar: daß, wenn PN die Erdachſe bedeutet, und QO den Durchmeſſer des Aequators, der Mond aber bey O über einen der beyden Pole iſt, er auch über einen derſelben das Waſſer in die Höhe ziehen, und die Sphäroide eine ſolche Lage haben werde, daß die längere Achſe AB mit der Erdachſe PN zuſammen fällt. Bey welcher Lage der Sphäroide denn offenbar iſt, daß ſie zu der Zeit in keinem Theile des Weltmeers über dem ganzen Erdboden eine Ebbe und Fluth äußern könne, man mag den Durchſchnitt der Sphäroide entweder mit dem Aequator parallel, oder überhaupt annehmen, wo man will, ſo wird er beſtändig ein Cirkel ſeyn; mithin unter der parallelen Breite, in jedwedem Theile der Zeit der täglichen Bewegung der Erde, oder natürlichem Tage, das Waſſer allemal in gleicher Entfernung von der Erdoberfläche bleiben.

31. Nun wollen wir ſetzen, der Mond ſey von der Strecke der Erdachſe hinweg und in S geſetzt, ſo iſt die Achſe der Waſſerſphäroide AB nunmehro gegen S gewendet, und macht mit der Achſe der Erde einen Win- Tab. XXVI. Fig. 3.

kel ATP oder BTN. So bemerken wir alsdenn, daß, weil C,D die Oerter ſind, wo das Waſſer am niedrigſten ſteht, der parallel Cirkel IK, welcher durch den Punkt I an der einen Seite des Aequators, und LM, welcher durch M an der andern Seite durch M geht, die Erde in drey Zonen theilen werden, in deren zweyen ENK, und LPM, ſich die Ebbe und Fluth von eben der Art, nur einmal täglich äußert; ſo wird man z. E. bey dem Punkte F des Parallelcirkels EF, die Fluth, bey E aber zwölf Stunden nachher, die Ebbe haben. In der ganzen Zone IKML aber, wird ſich zweymal Ebbe und Fluth von eben der Art an einem Tage äußern; wie ſolches aus der Figur leicht erhellet. Dieſe Grenzen oder der Bogen QI oder OM, iſt das Komplement der Declination des Mondes von dem Aequator.

Tab. XXVI. Fig. 4. 32. Iſt der Mond bey S über dem Aequator, ſo wird nunmehro die längere Achſe der Sphäroide AB, mit der Ebene des Aequators QO zuſammen fallen, die kürzere Achſe CD aber mit der Erdachſe NP. Woraus denn erhellet, daß in dieſer Lage der Sphäroide das Waſſer in den Gegenden A, B, in Beziehung auf CD, den größeſten Unterſcheid zwiſchen der Fluth und Ebbe verurſachen werde, welcher ſich nur auf irgend einer Gegend der Erde äußern kann; und daß es nur blos zween Oerter N und P, oder die Pole, gäbe, deren jeglicher in 24 Stunden zweymal Fluth und eben ſo oft Ebbe habe. Dieſer Unterſcheid der Fluth und Ebbe aber nimmt von dem Aequator gegen die Pole immer ab.

33. Ich habe bereits angemerkt, daß das Waſſer alsdenn eben nicht am höchſten ſtehe, wenn jener der oft erwehnten beyden Weltkörper durch den Mittagskreis gehe, ſondern ohngefehr 3 Stunden nachher, und zwar aus der Urſache, weil die von ihm dem Waſſer mitgetheilte Bewegung, ſo lange nehmlich dieſer Körper ſich in dem Mittagskreiſe befindet, nicht ſo gleich vernichtet wird, ſondern noch einige Zeit anhält, und über dieſes noch eine Vermehrung von der erhält, welche dem Waſſer nachher eingedrückt wurde. Aus eben der Urſache bemerken wir die größeſten und geringſten

ſten Fluthen und Ebben nicht an den Tagen der Syzygien oder Quadraturen, ſondern den dritten oder vierten nachher; weil die Summen oder Unterſcheide der Kräfte des Mondes und der Sonne, nicht eher als denn am größeſten ſind.

34. Es ſtelle SFEG die Mondbahn um die Erde QNOP vor, deren Mittelpunkt T, weil ſie nicht cirkel- ſondern elliptiſchrund iſt, von dem Monde nicht beſtändig gleich weit entfernt ſeyn kann; ſondern der Mond wird der Erde zuweilen näher ſeyn, wenn er ſich nemlich in S befindet, zuweilen aber auch entfernter von ihr, wie z. E. bey E. Der Punkt S wird das Perigäum genennt; der Punkt E aber das Apogäum. Die Kraft des Mondes in dem Perigäo verhält ſich alſo zu der in dem Apagäo, beynahe wie $(TE)^3$ zu $(TS)^3$. Mithin werden ſich die ſtärkſten Fluthen zu den Zeiten äußern, wenn der Mond in dem Perigäo iſt, oder, der eben angezeigten Urſache wegen, vielmehr einige wenige Tage nachher. Tab. XXVI. Fig. 5.

35. Dieſes ſtimmt mit der Erfahrung ziemlich genau überein. Denn im Jahre 1713 den 26ſten Febr. ſtund das Waſſer zu Briſtol 22 Fuß 5 Zolle; und den 13ten März achtzehn Fuß 2 Zoll hoch. Der Mond befand ſich in dem erſtern Falle im Perigäo, und war von der Erde 953 Theile, deren die mittlere Weite 1000 macht, entfernt. Im letztern Falle war er im Apogäo, und 1032 ſolcher Theile entfernt. Nun aber $(1032)^3 : (953)^3 = 22\frac{1}{2}$ Fuß : 17 Fuß 8 Zolle, welches nur 6 Zolle weniger, als die obſervirte Höhe iſt. Alle übrigen Umſtände aber waren in beyden Fällen gleich.

36. Weil ſich nun die Erde auf gleiche Weiſe um die Sonne in einem Kreiſe bewegt, welcher etwas elliptiſch iſt; ſo wird die Sonne zu einer Zeit der Erde näher (welcher Ort das Perihelium genennt wird), in dem andern aber weiter von ihr entfernt ſeyn (welchen man das Aphelium heißt). Iſt nun die Erde im Perihelio wie z. E. im Chriſtmonate, oder wenige Tage nachher; ſo hat die Sonne mehr Vermögen, als wenn ſie ſich

im Aphelio befindet, wo ſie im Monat Juni iſt. Daher hatte man 1712 den 28ſten December bemerkt, daß das Waſſer 19 Fuß 2 Zolle, und den 19ten Juni des vorhergehenden Jahres nur 18 Fuß 4 Zolle geſtiegen war. Die Entfernungen des Mondes und der Sonne aber waren in beyden Fällen gleich. Welches denn mit der umgekehrten cubiſchen Verhältniß der Entfernungen, oder der directen Verhältniß des ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne ziemlich genau übereinſtimmt.

Tab. XXVI. Fig. 6. 37. Denn weil der ſcheinbare Durchmeſſer AB eines Körpers mit dem Winkel ACB abnimmt, unter welchem er geſehen wird, ſo daß er ſich bey C und D wie die Winkel* ACB, ADB verhält, und dieſe wie ihre Entfernungen CF, DF, zunehmen: ſo folgt, daß der ſcheinbare Durchmeſſer AB ſich allenthalben umgekehrt wie die Entfernung verhalte, das iſt, bey C oder D haben wir AB wie $\frac{1}{CF}$ oder $\frac{1}{DF}$. Wenn alſo der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne $= D$, und TS die Entfernung der Sonne iſt; ſo haben wir, weil $D = \frac{1}{TS}$, und die Kraft der Sonne F die See zu bewegen, ſich wie $\frac{1}{(TS)^3}$ verhält (N. 9.), alsdenn $F = \frac{1}{(TS)^3} = D^3$; das iſt: **die Kraft des Himmelkörpers, die See zu bewegen, verhält ſich wie der Cubus ſeines ſcheinbaren Durchmeſſers.**

38. Weil nun die Kraft des Mondes, das Waſſer zu bewegen, das Mittel genommen, etwan 5mal größer iſt, als eben dieſe Kraft der Sonne, welche der $\frac{1}{12867539}$ſte Theil der Schwere iſt; ſo iſt die Kraft des Mondes der $\frac{1}{2573508}$ſte Theil der Schwere; und mithin

* Nicht wie dieſe Winkel, ſondern wie die Sinus derſelben.

hin zu gering, als daß ſie in der Bewegung des Pendulums oder einer Art der ſtatiſchen oder hydroſtatiſchen Verſuche, merklich ſeyn ſollte. In der Bewegung des Waſſers der See aber, kann ſie allerdings eine merkliche Würkung haben.

39. Die Erhöhung des Waſſers aber zu beſtimmen, welche die Erde in dem Monde verurſachen könnte; ſo wollen wir annehmen, die Menge der Materie Q der Erde, verhalte ſich zu der Menge der Materie des Mondes q, wie 40 zu 1, oder $Q:q=40:1$, und laßt uns anfänglich annehmen, die Erde und der Mond wären gleich groß, durch AIK und BDE vorgeſtellt; und die Kraft der Erde F auf die Oberfläche des Mondes B, verhalte ſich zu der Kraft f des Mondes, auf die Oberfläche der Erde A direct, wie die Maſſen der Materie in beyden (weil beyde gleiche Entfernungen TB und LA haben), das iſt, $F:f=Q:q=40:1$. Ferner, verhalte ſich LB zu LC, wie der Durchmeſſer der Erde zu dem Durchmeſſer des Mondes, oder wie 365:100; ſo iſt die Kraft bey B zu der bey C, wie LB zu LC, welches wie F zu f ſeyn mag: weswegen denn Tab. XXVI. Fig. 7.

$F:f=365:100$, mithin $F=\frac{365f}{100}$; oben aber hatten wir $F=40f$; weswegen denn $4000f=365f$; und $f:f=365:4000=1:11$ beynahe; das iſt: die Kraft der Erde, das Waſſer auf der Oberfläche des Mondes C zu heben, verhält ſich zu der Kraft des Mondes auf die Erde A, wie 11 zu 1 beynahe.

40. Kann alſo der Mond auf unſere Erde das Waſſer 10 Fuß hoch heben; ſo wird es unſere Erde auf dem Monde 110 Fuß erhöhen. Weil ſich aber der Mond beſtändig in eben der Zeit um ſeine Achſe dreht, als er ſeinen Kreislauf um die Erde vollendet, und daher der Erde beſtändig eben dieſelbe Seite zukehrt; ſo muß das Waſſer, wenn ſich dergleichen auf dem Monde befindet, auf dieſer, und der andern Seite gegen über, über der Oberfläche dieſes Weltkörpers, beſtändig gleich weit erhaben ſtehn, ſo, daß keine verſchiedenen Höhen des Waſſers auf demſelben ſtatt finden; mithin auch keine Ebbe

Ebbe und Fluth, außer nur in einem ſehr geringen Grade, welcher von der anziehenden Kraft der Sonne herrührt, und den verſchieden Ungleichheiten der Bewegungen deſſelben um die Erde, und der Entfernungen von derſelben.

41. Die Luft, welche 860mal leichter iſt, als das Waſſer, muß nach dieſer Verhältniß der anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes, um ſo viel eher nachgeben. Mithin wird die Ebbe und Fluth in dieſem weiten und tiefen Luftweltmeere gar ſehr merklich und wichtig ſeyn. Hiervon aber mag der Leſer eine genauere Erklärung im Folgenden erwarten, wenn wir in der nächſtfolgenden Vorleſung vornemlich von dem Luftkreiſe oder der Luftkugel handelen.

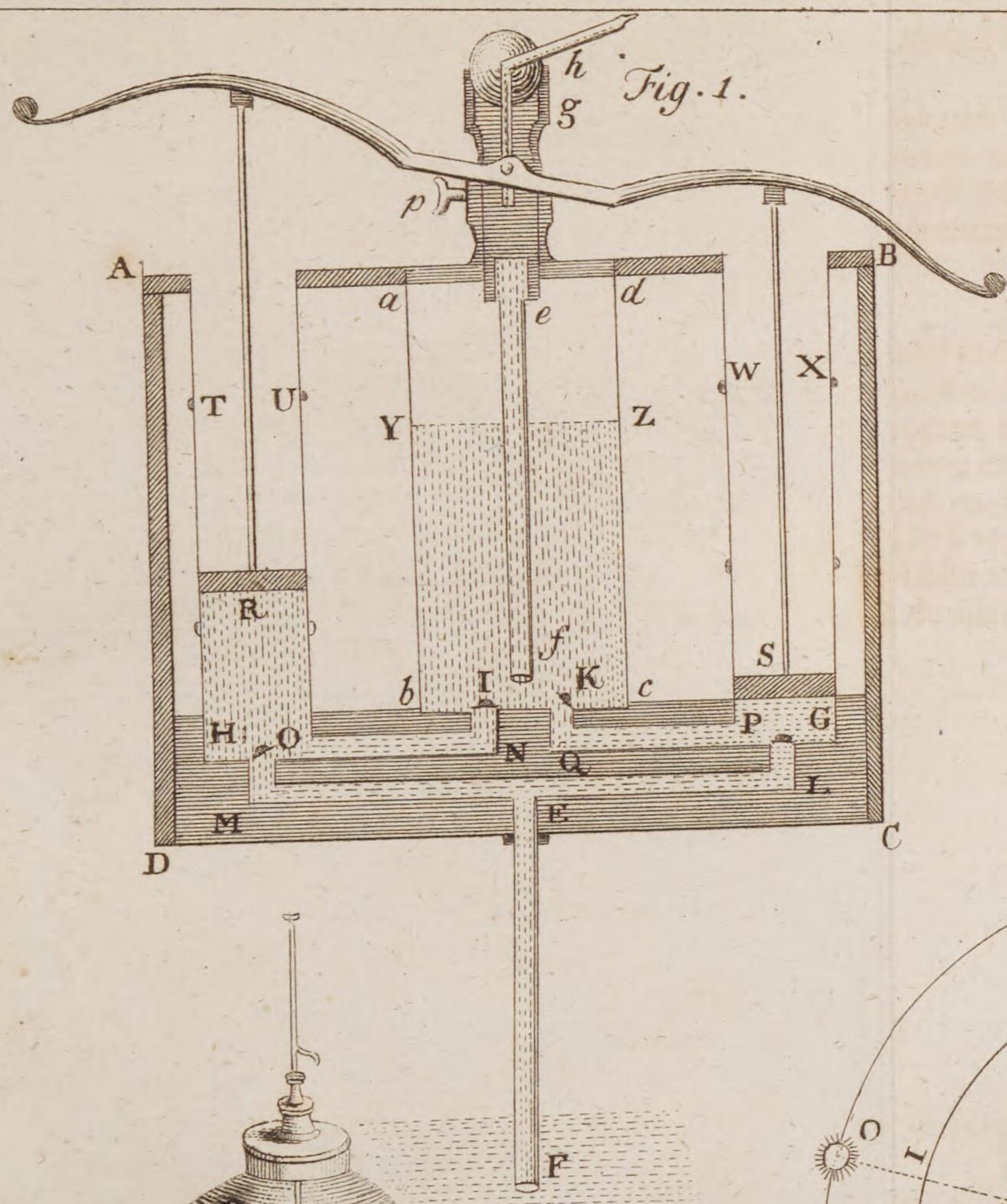


Fig. 1.

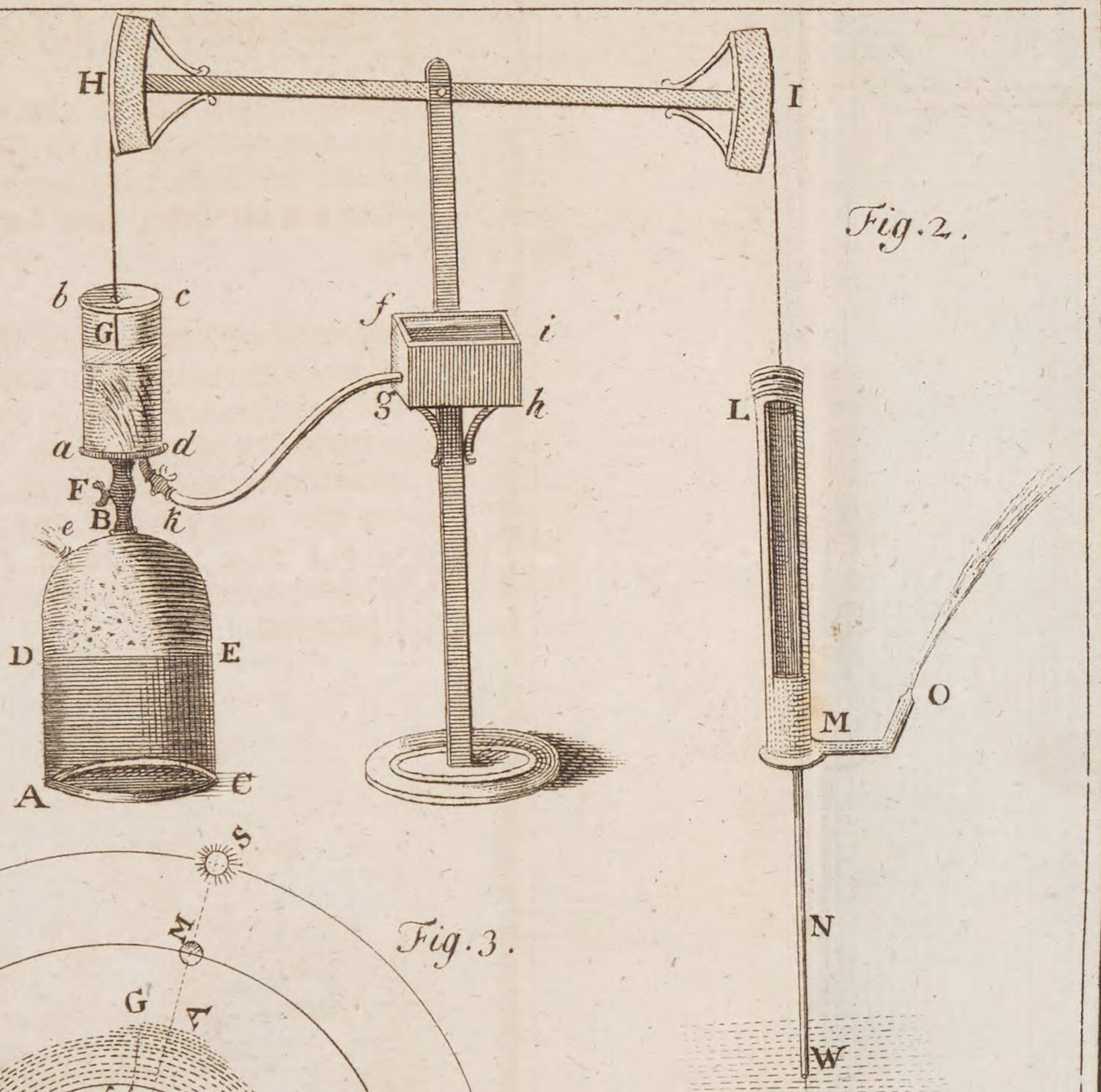


Fig. 2.

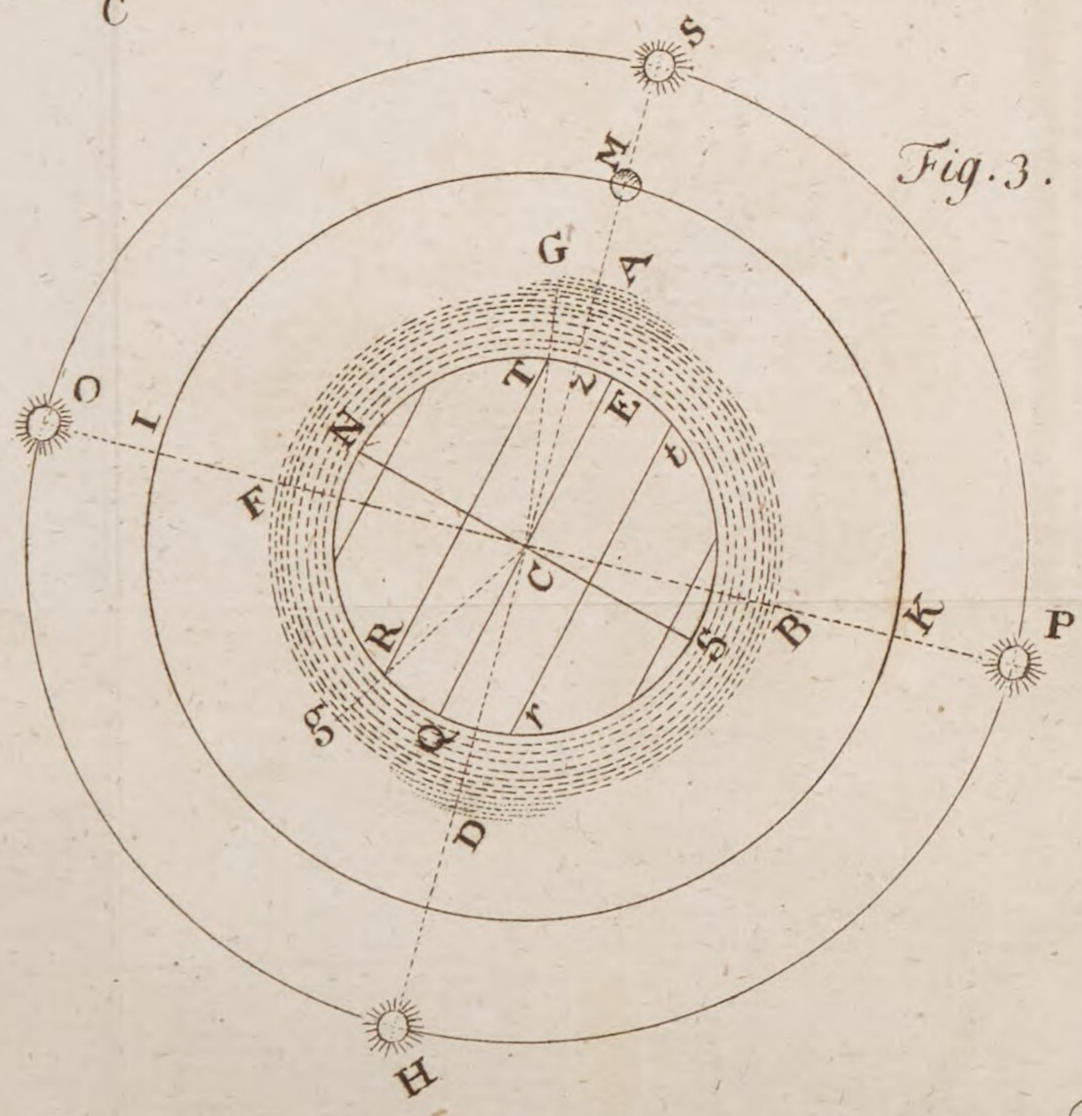


Fig. 3.

Eine
neu erfundene
Hand-Luftpumpe

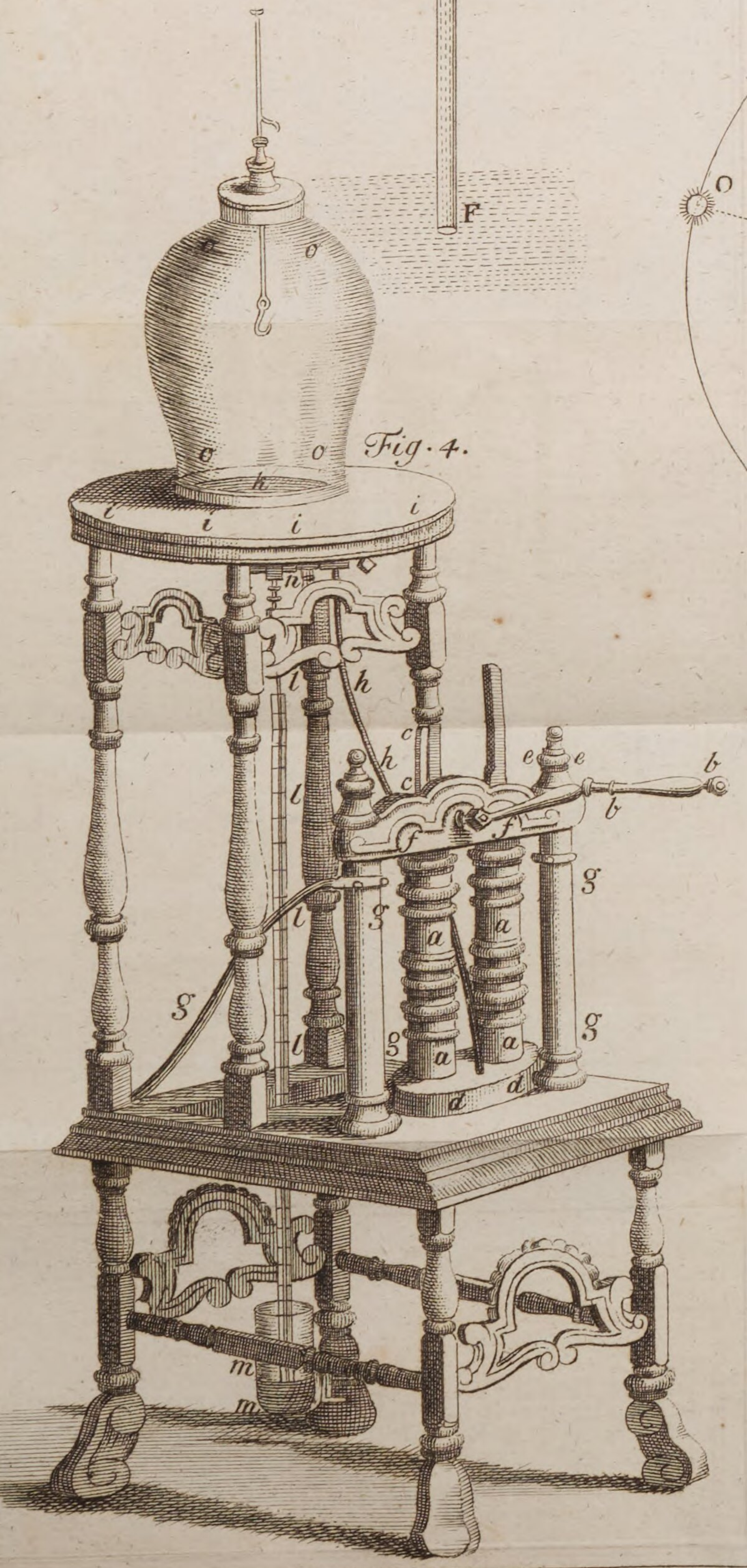


Fig. 4.

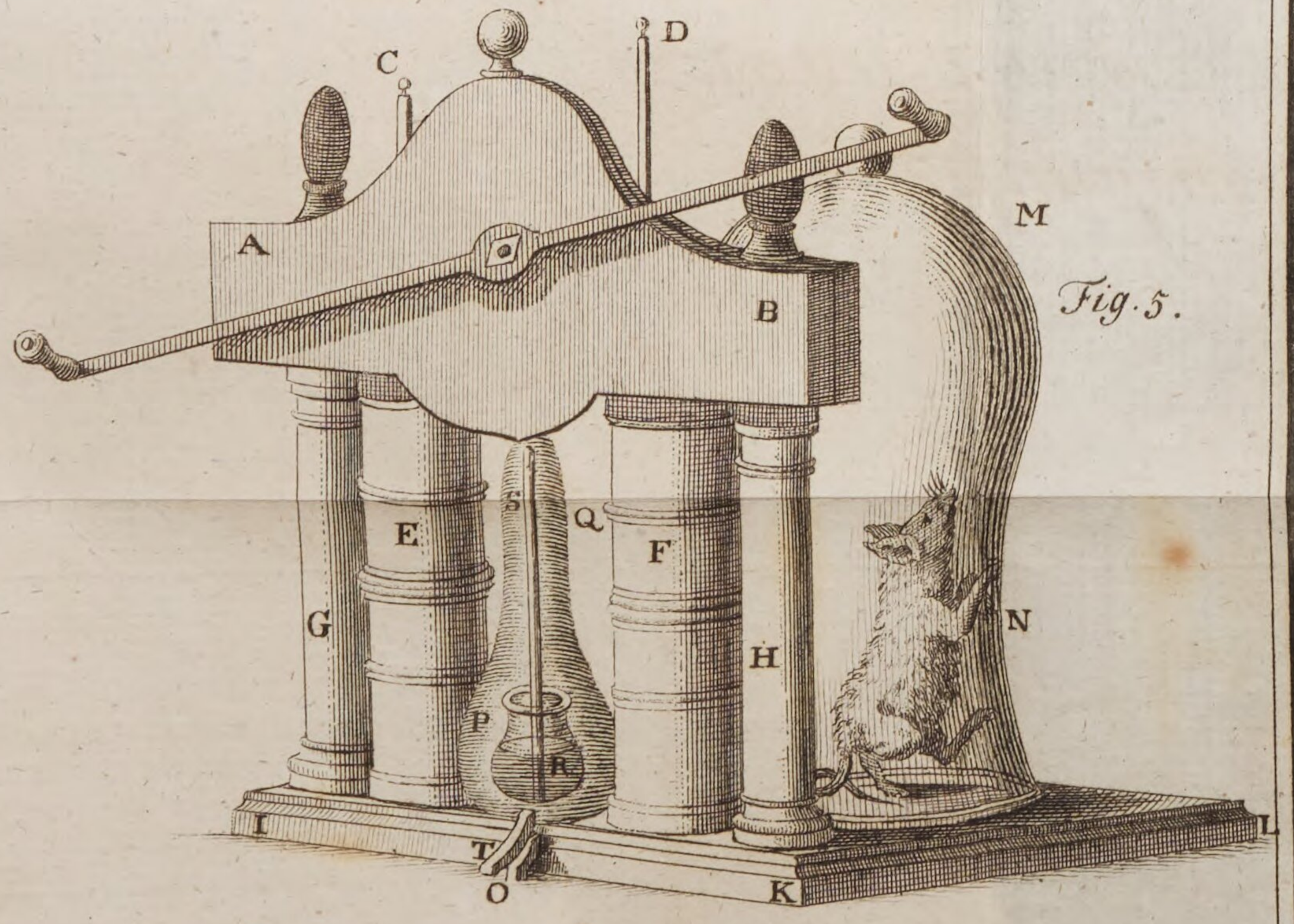
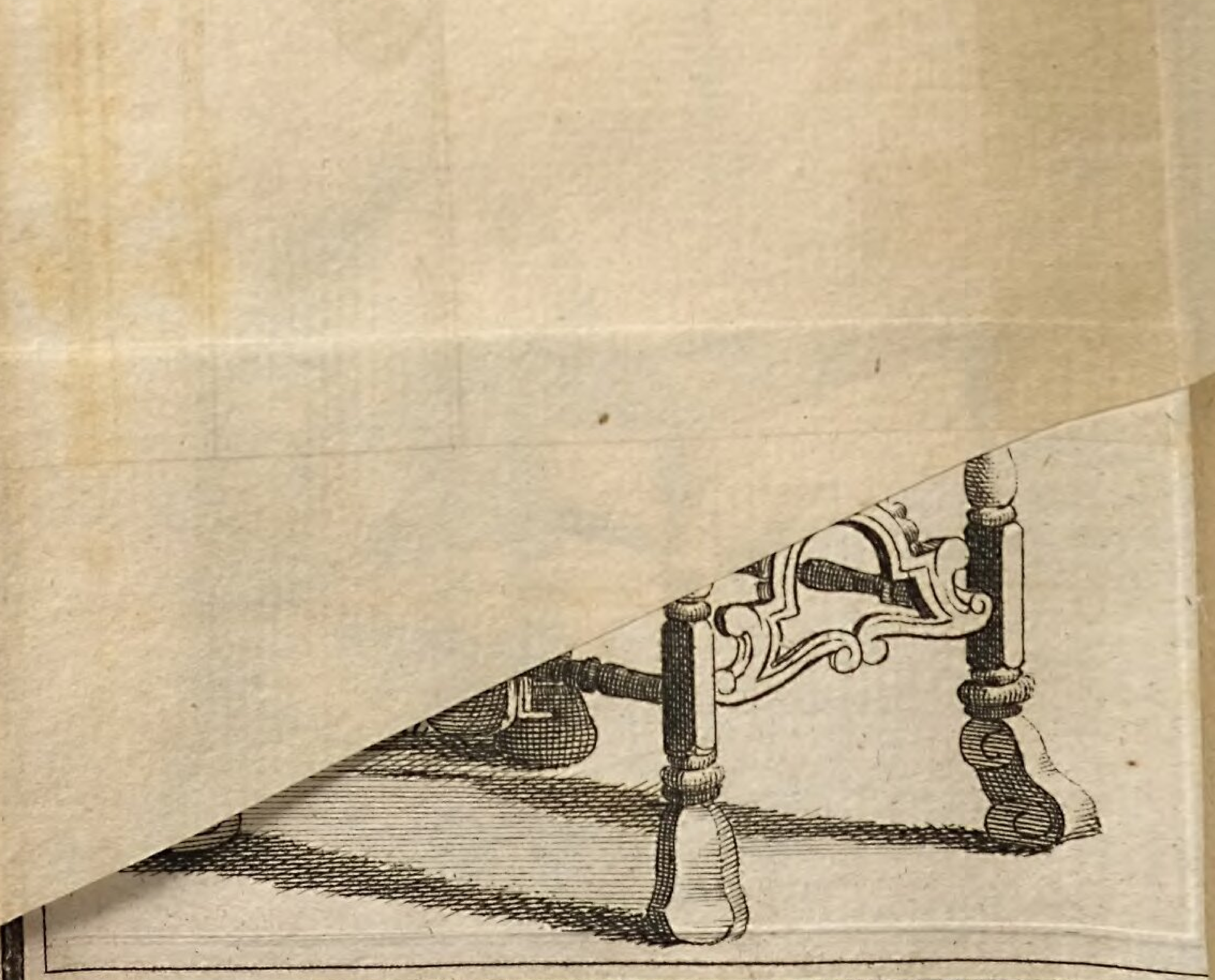
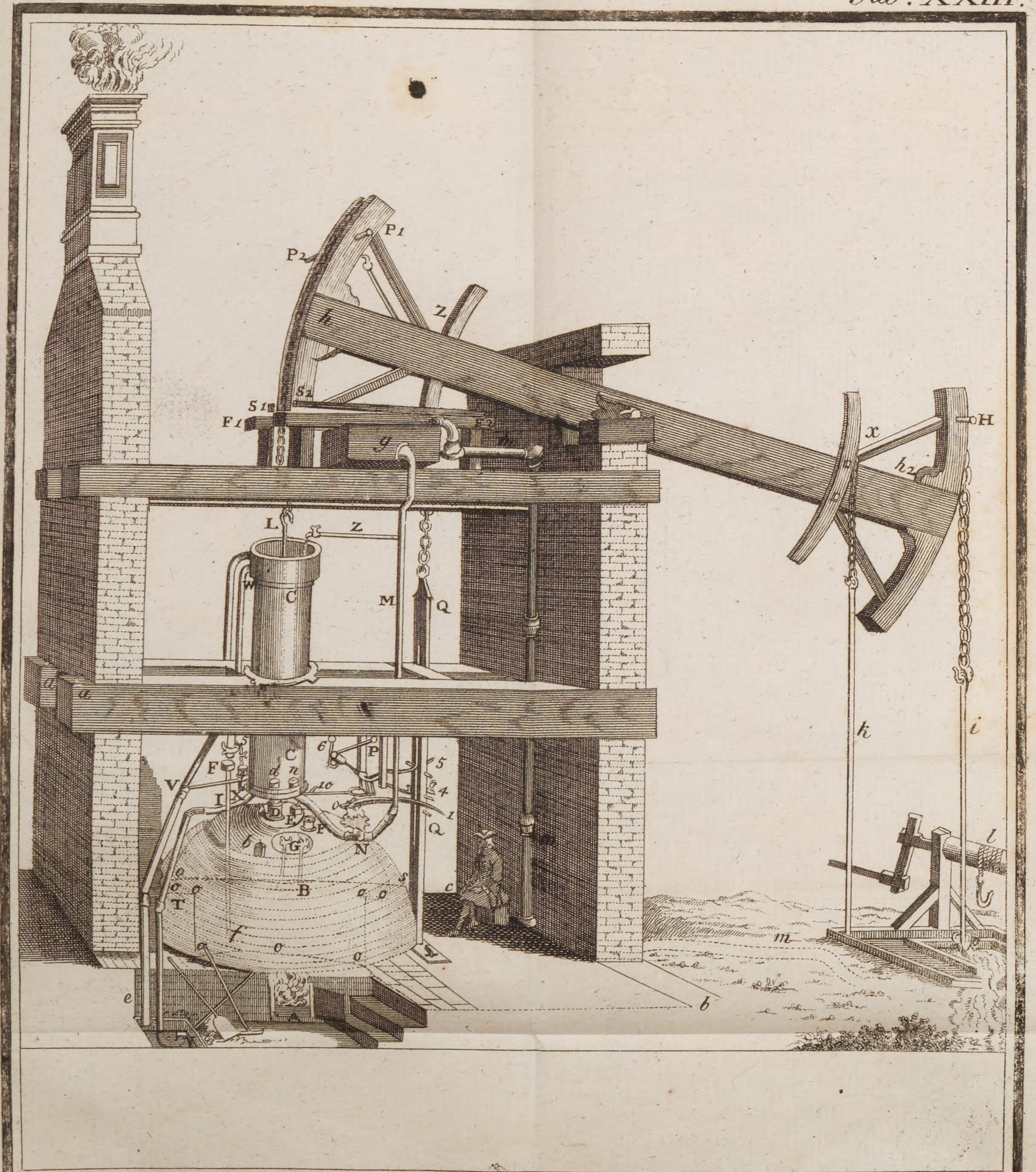


Fig. 5.

Liebe f.




P1
P2
h
Z
S1
S2
F1
g
x
H
h2
L
Z
W
C
M
Q
a
a
k
i
l
m
b
e
T
B
G
N
V
F
I
X
C
d
n
P
6
5
4
1
10
o
Q
f
c

Liebe f.

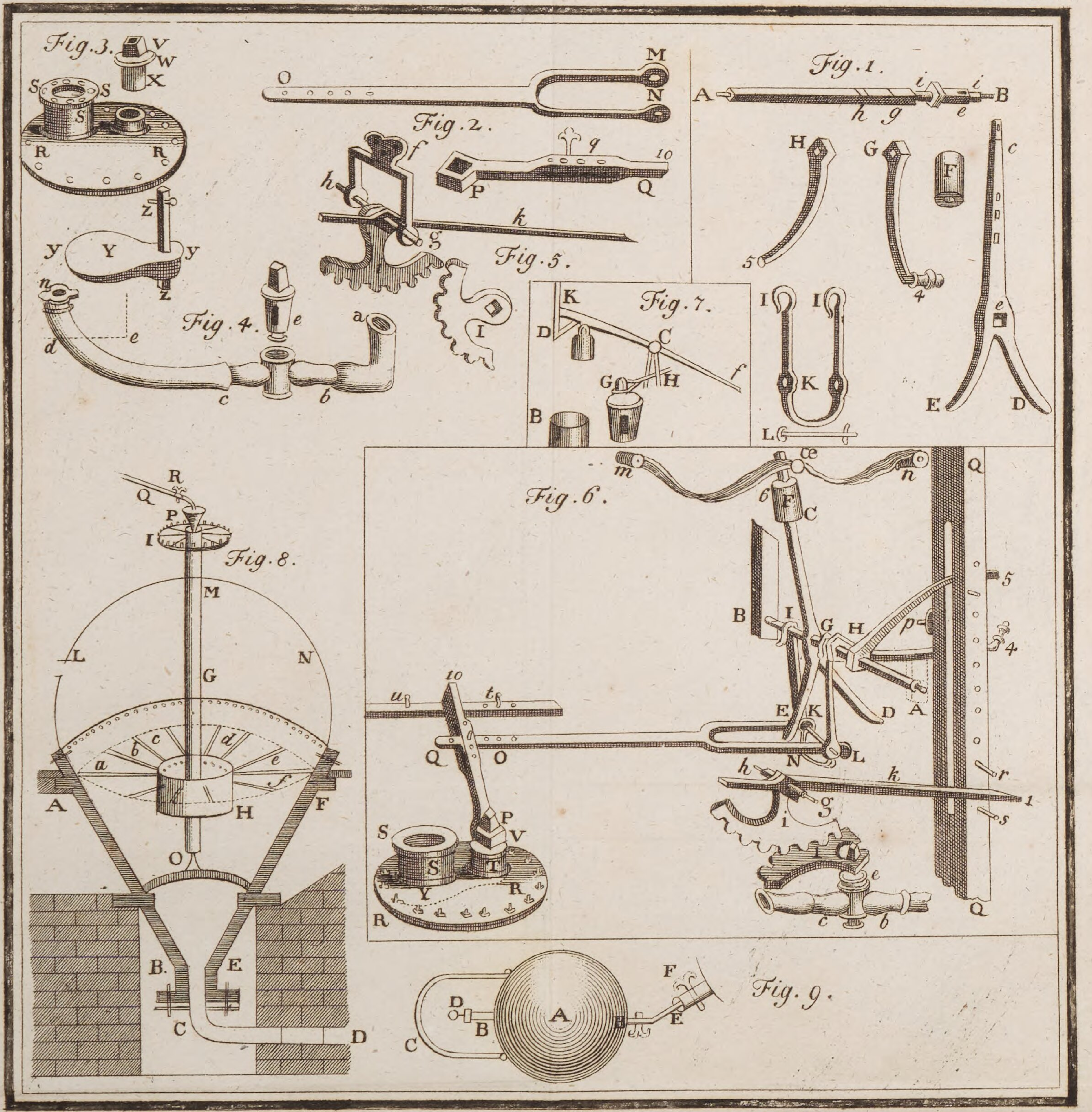
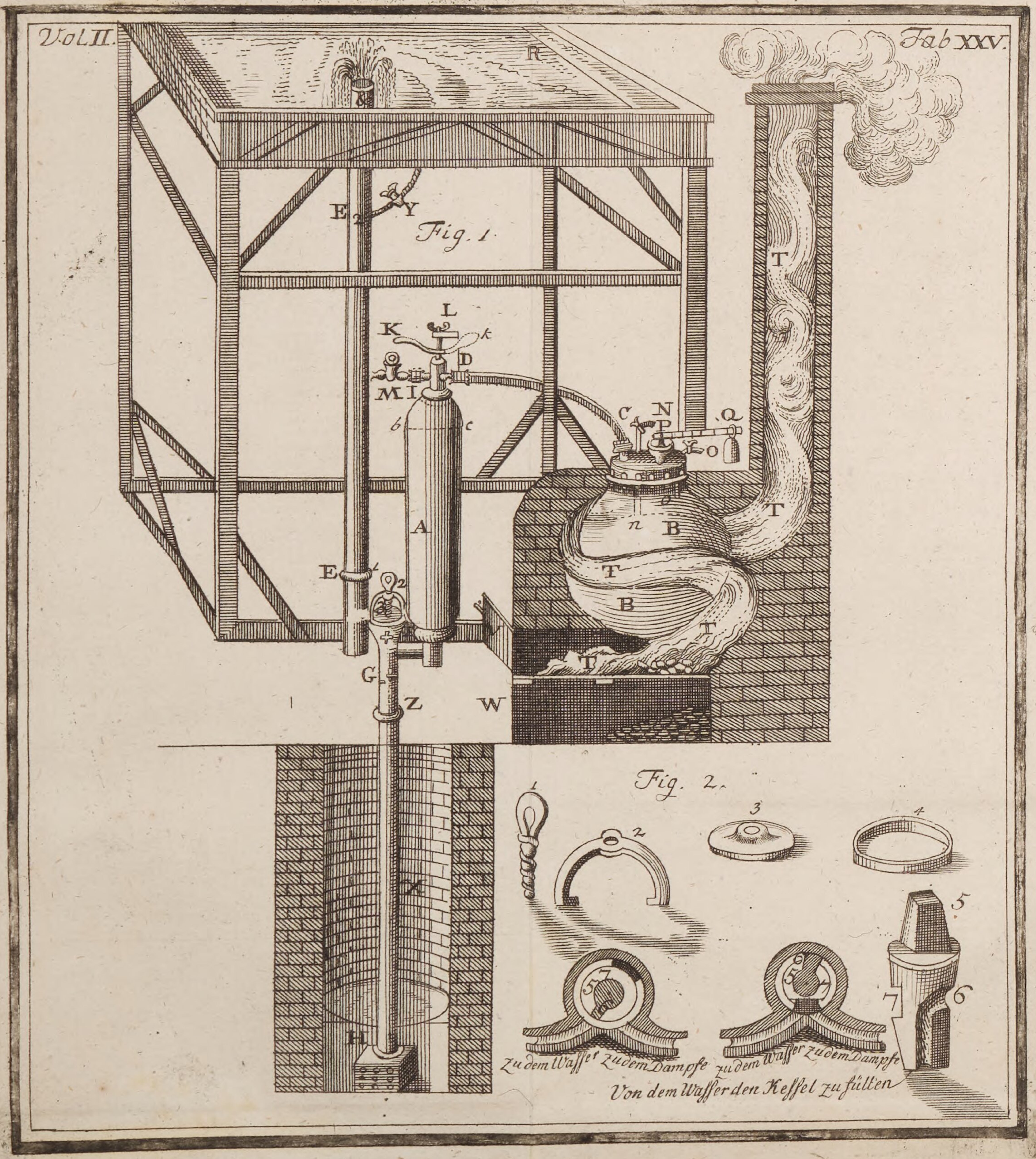


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.


Vol.II.
Tab XXV.
Fig. 1.
Fig. 2.
Zu dem Waſſer
zu dem Dampfe
zu dem Waſſer
zu dem Dampfe
Von dem Waſſer den Keſſel zu füllen

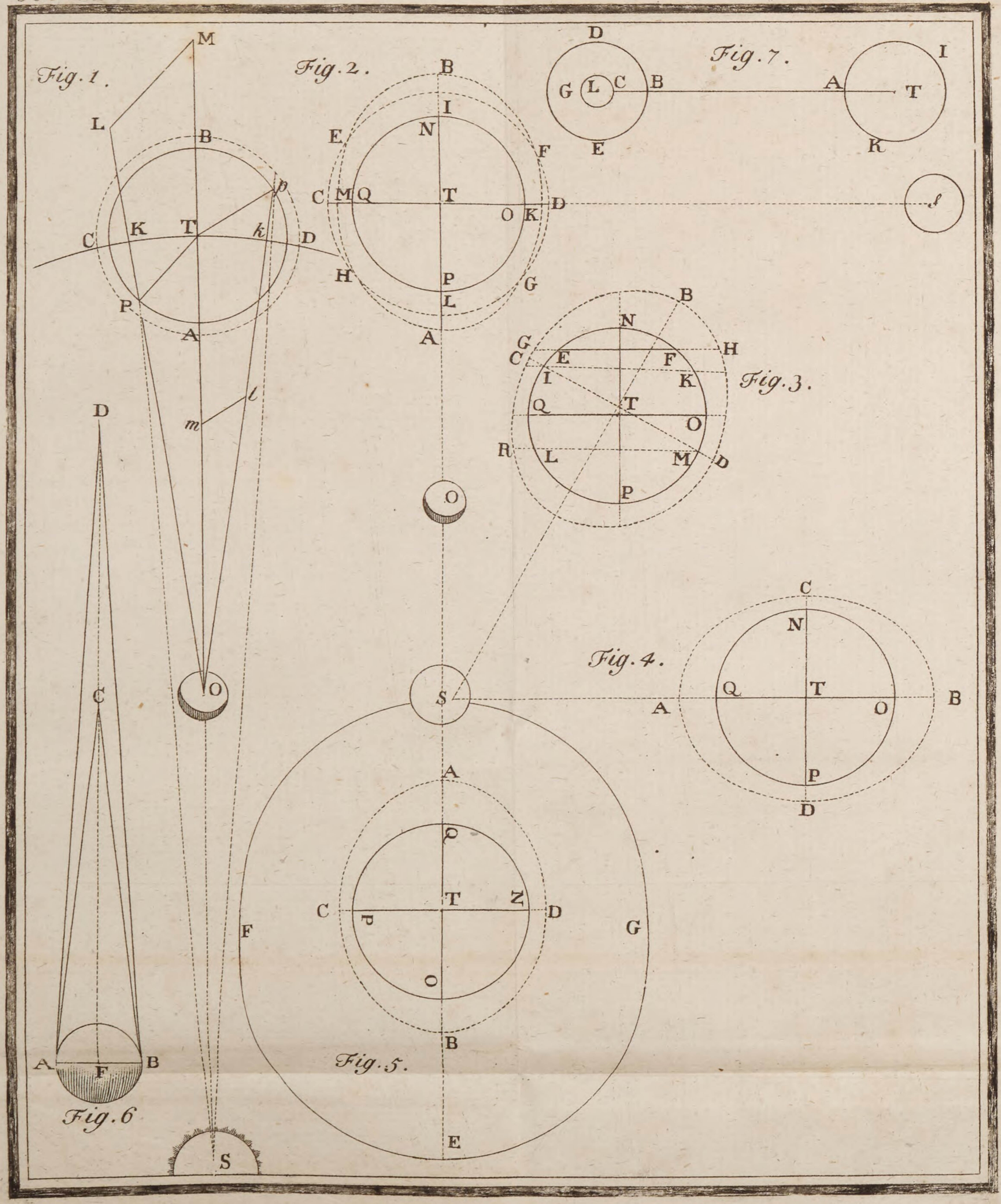


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.

Die ſechſte Vorleſung.

Inhalt.

Von der Pnevmatik, oder Theorie der Luft überhaupt.

Von derjenigen Art der Luft, welche durch die Kunſt gemacht wird.

Deren große Menge in den natürlichen Körpern.

Verſchiedene Verſuche, welche dieſes beweiſen.

Von der Schwere der Luft.

Natur des Barometers, und wie mit demſelben die Schwere der Luft gemeſſen wird.

Erklärung verſchiedener Arten der Barometer, wie z. E. den perpendicularen, diagonalen, horizontalen, hängenden, mit einer Scheibe verſehenen und Waſſer Barometern.

Beſte Art, ein gemeines Barometer zu machen.

Von der Beſchaffenheit und Nutzen des Nonius, welcher daran befeſtigt wird, und deſſen Erklärung.

Nutzen des Barometers in der Beſtimmung der Höhe der Berge u. d. gl.

Beweis und Erklärung der ausdehnenden Kraft der Luft.

Beſchreibung eines Inſtruments, womit die Tiefen der See gemeſſen werden.

Beſtimmung der Höhe der äußern Luft oder Luftkugel.

Beweis von der Unmöglichkeit, in der Luft zu ſegeln.

Abſolutes Gewicht der Luft durch Verſuche beſtimmet.

Verſchiedener Druck der Schwere der Luft auf die menſchlichen Körper.

Berechnung der Größe dieſes Druckes nebſt einer Beſchreibung von funfzig Verſuchen mit der Luftpumpe das Gewicht, die Federkraft und andere Eigenſchaften der Luft mehr betreffend.

Eine beſondere Beſchreibung von der Luftpumpe.

Eine neue Erfindung derſelben.

Beſchreibung der Taucherglocke.

Erklä-

Erklärung der Natur und des Gebrauchs des Thermometers.

Von dem Newtonſchen Richtthermometer.

Erklärung des neuen Farenheitſchen Queckſilberthermometers.

Beſchreibung verſchiedener Arten von Hygrometern.

Beſchreibung und Erklärung der Windbüchſe.

Beſondere Beſchreibung der von den Engelländern ſo genannten Magazinwindbüchſe.

Anhang des Ueberſetzers.

Derjenige Theil der Naturlehre, welcher von der Beſchaffenheit, den **Eigenſchaften** und **Würkungen** der geſammten äußern Luft handelt, welche unſere ganze Erde umgiebt, wird von dem griechiſchen Worte πνευμα, welches ſo viel als **Wind**, **Geiſt**, **Luft**, **Odem** bedeutet, die **Pnevmatik** genennet.

Die Luft hält man durchgehends für ein flüßiges Weſen; nichtsdeſtoweniger aber iſt ſie von der allgemeinen Beſchaffenheit der flüßigen Weſen in folgenden dreyen Stücken unterſchieden. Denn 1) läßt ſie ſich zuſammen drücken, welche Eigenſchaft keinem andern flüßigen Weſen eigen iſt. 2) Kann ſie ſo wenig in einem dichten Körper zuſammen frieren, als gerinnen, wie alle übrigen flüßigen Weſen. 3) Iſt ſie an allen und jeden Oertern, von der Oberfläche der Erde an, und in die Höhe gerechnet, von einer **verſchiedenen Dichtigkeit**; dahingegen die andern flüßigen Weſen durchaus einförmig oder von einerley Art oder durchgehens gleich dicht ſind. Woraus denn erhellet, daß die Luft ein flüßiges Weſen von einer ganz beſondern Art ſey; wenn man anders von ihr in eigenem Verſtande ſagen kann, daß ſie ein flüßiges Weſen überhaupt ſey. [LXXXIV.]

Das

[LXXXIV.] Was hier von der Luft geſaget iſt, daß

Daß die Luft in der Schöpfung mit der Erde zugleich geſchaffen worden ſey, daran iſt wohl nicht zu zweifeln. Eben ſo wenig, daß ſich ſeit der Zeit ihre Theilgen immer nach und nach vermehret und untereinander auf eben die Weiſe angezogen haben, wie alle übrigen Körper: wie man dieſes bey dem Gåhren, wie auch allen Arten der chymiſchen oder durch die Kunſt gemachten Proceſſe bemerkt. Aus welchem Grunde ſich denn Herr Iſaac Newton ſehr berechtigt glaubt, dieſes anzunehmen. Auch hat Herr Boyle, viele Verſuche angeſtellt, durch welche er Luft durch die Kunſt hervorgebracht hat. [LXXXV.]

Daß

daß ſie nehmlich nicht gefrieren, gerinnen, oder überhaupt in den Zuſtand eines feſten Körpers gebracht werden kann, betrift blos die Unmöglichkeit ihren flůſſigen Zuſtand zu verändern und durch die Kålte unflůſſig zu werden. Dergleichen man bey dem Waſſer bemerket, wenn es zu Eiſe friert; oder auch geſchmolzene unflůßige Metalle wieder zu feſten Körpern werden, wenn ſie erkalten. Und blos in dieſem beſondern und eingeſchränkten Verſtande ſagen wir von der Luft, daß ſie nicht gefrieren oder zu einem dichten Körper werden könne. Nichts deſtoweniger aber hat es mit der Luft durchgehens nicht eben dieſe Bewandtniß: Denn wir finden durch verſchiedene Verſuche, daß ſie alsdenn würklich von der Beſchaffenheit eines feſten und unflůßigen Körpers iſt, wenn ſie als ein Beſtandtheil anderer feſten Körper angeſehen werden kann; wird ſie nun aus dieſem Zuſtande befreyet, ſo gelangt ſie wieder in einen eben ſo flůßigen, wie die übrige Luft. Und ſo kann ſie auch umgekehrt, wenn ſie flůßig iſt, wieder dicht, feſt und unflůßig werden, wenn ſie mit andrer Körper Materien vermiſchet wird, obgleich nicht an und vor ſich ſelbſt: denn wir kennen bisher keinen feſten Körper, welcher blos aus Luft beſteht.

[LXXXV.] 1. Weil die Luft zum Leben der Menſchen und Thiere, ja ſo gar zum Wachstume der Gewächſe,

Daß aber die Luft eine würkliche Schwere habe, folgt natürlicher Weiſe aus der Beſchaffenheit

wächſe, ſo unumgänglich nöthig erfordert wird; ſo war es bey der erſten Bildung der Erde allerdings nöthig, daß die Thiere in derſelben wohnten, und alle Früchte und Gewächſe in ihr aufwuchſen. Weil nun die Erdkörper immer nach und nach neue Luft hervor bringen, wie wir ſolches bald nachher beweiſen werden; ſo folgt: daß die urſprüngliche Atmoſphäre, oder äußere Luft, beſtändig müſſe vermehret worden ſeyn, wenn wir gleich annehmen, daß alle erzeugte Luft wieder dadurch vermindert und gleichſam verſchluckt worden, indem ſie mit der Körpermaße vielfältig erweicht und dadurch in einen feſten und unflüßigen Zuſtand geſetzet worden iſt. Eben dieſer veränderte Zuſtand aber erhellet aus unzählichen Verſuchen, welche ſowohl Herr Boyle, als Hales angeſtellt haben; von welchen ich die vornehmſten von beyden Arten allhier beybringen will, und welche darinnen beſtehen.

2. Die künſtliche Luft wird entweder 1) durch eine langſame Art der Fäulniß oder Gährung erhalten, ſie geſchehe, wie ſie wolle; oder 2) merklich geſchwinder durch einige chemiſche Auflöſungen der Körper; oder auch endlich 3) faſt in einem Augenblicke, wie z. E. bey der Entzündung des Schießpulvers und der Vermiſchung einiger Arten der Körper. Wenn man daher mit Sauerteige vermiſchten Teig unter einen Recipienten ſetzt, aus welchem man die Luft gezogen hat; ſo erzeugt derſelbe, nach dem Verlaufe einiger Zeit, durch die Gährung, eine ziemliche Menge von Luft: welches man aus dem Niederſinken des Queckſilbers in der Röhre gar deutlich bemerkt. Eben dieſes geſchieht auch, wenn Thiere oder Gewächſe in dem luftleeren Raume faulen.

3 Denn wenn Schießpulver in demſelben angezündet wird, ſo erzeugt es ſogleich eine ziemliche Menge Luft in dem Recipienten, welche macht, daß das Queckſilber herunter ſinkt. Und in einem merkwürdigen Verſuche hat Herr Schlare gefunden, daß eine halbe Drachme Körbelſaamen-Oel, wenn es auf eine Drachme zerſtoßenen Salpetergeiſt geſchüttet

heit ihrer Beſtandtheile; und weil dieſe Theilgen

tet wird, eine ſolche Menge Luft erzeugt, daß ein Recipient von 6 Zoll weit und 8 deren hoch, ſogleich davon zerſprengt wird. Der Druck der äußern Luft alſo, auf den ausgeleerten Recipienten, welcher überwunden werden mußte, erſtreckte ſich mithin höher, als auf 400 Pfund, wenn wir nehmlich 15 derſelben auf einen Quadratzoll rechnen.

4. Doctor Hales aber in ſeiner Statik der Gewächſe hat vortrefliche Verſuche von dieſer Art gemacht, und das Verfahren, ſie anzuſtellen, war eben ſo vorzüglich: die eine Art derſelben beſtund in dem Diſtiliren, und die andere im Gähren. Mit der erſtern gieng er folgendermaaßen zu Werke. Die Materie, welche diſtillirt werden ſollte, that er eine Retorte *r* und verſtrich ſie bey *a*, nachdem er ihren Hals in eine gläſerne Flaſche *ab* geſteckt, welche bey *b* ziemlich weit, und an dem Boden eine Oefnung oder Loch *cd* hatte, recht wohl. Die Flaſche *ab* wurde darauf mit dem einen Ende des umgekehrten Hebers, nach der Seite in das Waſſer gelegt, welcher ſo weit, bis *z* reichte; da denn das Waſſer in derſelben eben ſo hoch in die Höhe ſtieg, die Luft durch den Heber heraus trieb; und nachdem dieſe heraus war, ſo blieb das Waſſer bey *z* ſtehen. So wie nun die Flaſche noch unter dem Waſſer war, ſo ſetzte er ſie in das Gefäße *xx*, welches denn mit ſeiner Flaſche und Retorte zu dem Ofen gebracht, in welchem immer nach und nach gefeuert wurde; die Flaſche *ab* nebſt dem Gefäße *xx* aber, wurden vor der Hitze ſo gut als möglich verwahret.

Tab. XXVII. Fig. 1

5. So wie nun die Materie, die Luft ausgenommen, übergieng, ſenkte ſie ſich herunter in das Waſſer der Flaſche und des Gefäßes; die Luft aber, welche durch den Proceß entweder hervorgebracht, oder vernichtet war, erkennete man daraus, wenn das Waſſer entweder unter oder über dem Punkte *z* ſtund; wie z. E. in dem letztern Falle bey *y*, wenn man nehmlich alles bey Seite geſetzt, und die Retorte hatte erkalten laſſen. Hat nun der Körper, wenn er diſtillirt iſt, eine Art von Luft gezeugt, welche eine Federkraft hat; ſo geſtattet

von allen Arten der Körper auf dem Erdboden ih-
ren

ſtattet dieſe, wenn ſie mit der vorigen vereinigt wird, nicht, daß das Waſſer *y* ſo hoch als *z* ſteigt, und der Raum zwiſchen *z* und *y* unterwerts zeigt, wie viel Luft aus ihrem feſten oder unflüßigem Zuſtande befreyet worden ſey.

6. Nachdem aber alles erkaltet iſt, und die Oberfläche des Waſſers *y* alsdenn über dem Punkte *z* bemerket wird, ſo erhellet daraus, daß der diſtillirte Körper, die Luft zum Theil vernichtet, daß iſt, einen Theil der natürlichen Luft über *z*, verſchluckt hat. Der Raum zwiſchen *z* und *y*, welcher mit Waſſer gefüllet iſt, zeiget alſo, wie viel Luft eigentlich aus einem elaſtiſchen und flüßigen in einen dichten oder feſten Zuſtand, durch die ſtarke anziehende Kraft der diſtillirten und verſchluckenden Theilgen des Körpers, gebracht worden iſt. Die Menge der entweder erzeugten oder verſchluckten Luft kann gar leicht in Cubiczollen gemeſſen werden, wenn man nur die Oefnung der Flaſche mit einem Pfropfe zuſtopft, und alsdenn die Menge des Waſſers abwägt, welche die Flaſche einmal bis an *z*, das anderemal bis an den Punkt *y* erfüllet: da denn der Unterſcheid des Gewichts, dieſen beyden Quantitäten des Waſſers, die Anzahl von Cubiczollen in der Tabelle von der eigentümlichen Schwere der Körper auf eine Art angiebt, als wir es daſelbſt gezeigt haben.

Tab. XXVII. Fig. 2. 7. Das andere Verfahren, deſſen ſich Herr Hales bedient, die erſtaunende Würkung zu beſtimmen, welche von der Gährung herrührt, wenn verſchiedene feſte und flüßige Körper mit einander vermiſcht werden, und wie viel Luft dadurch entweder erzeugt oder verſchluckt wird, beſteht darinnen. Er thut die einzelnen mit einander zu vermiſchenden Körper in eine Flaſche *b*, und alsdenn den langen Hals derſelben in eine ſchmahle cylindriſche Glasröhre; beyde aber legt er beynahe in einer horizontalen Lage in ein großes Gefäß mit Waſſer; da alsdenn das Waſſer in das Gefäß *ay* lauft, einen Theil der Luft aus ihrer Stelle treibt, und dieſe einnimmt, wenn beyde in die Höhe gerichtet und in der Stellung in ein Gefäß mit Waſſer *xx* geſetzt werden,

wie

ren Urſprung haben, ſo iſt auch eben ſo klar, daß

K 3 die

wie es aus der Figur erhellet, wo die Oberfläche des Waſſers in dem umgekehrten Glaſe *ay* bey dem Punkte *z* ſteht.

8. Haben nun die diſtillirten Materien Luft erzeugt, ſo fällt das Waſſer von *z* nach *y* und der leere Raum *zy* zeigt die Menge der hervorgebrachten Luft; hat ſich aber dieſelbe vermindert und iſt von der anziehenden Kraft der Körpertheilgen verſchluckt worden, ſo ſteigt die Oberfläche des Waſſers von *z* nach *n*; und der Raum des Cylinders *zn* iſt ſo groß wie die Menge der verſchluckten Luft: welchen erwehnten Inhalt des Cylinders man übrigens leicht in Cubiczollen finden kann.

9. Wenn die Materien, mit welchen dieſe Verſuche angeſtellt werden, ein brennendes Licht, angeſteckter Schwefelfaden, Salpeter, angeſtecktes Schießpulver, lebendige Thiere und dergl. ſind; ſo macht Herr Hales oben ein Geſtelle und legt diejenigen Körper auf eine Platte darauf, welche angeſteckt werden ſollen. Alsdenn deckt er den ſchmahlen gläſernen Cylinder umgekehrt darüber, zieht das Waſſer mit einen umgekehrten Heber bis *zz* in die Höhe, und ſticht die Materien mit einen Brennglaſe und vermittelſt der Sonnenhitze an, wie es aus der Figur erhellet. Tab. XXVII. Fig. 2.

10. Das Verfahren aber, deſſen ich mich bediene, und welches ſowohl ſehr leicht iſt, als hurtig von ſtatten geht, beſteht darinne. Anſtatt, daß ich eine cylindriſche Glasröhre auf die Flaſche ſetze, die oben bey *bb* zu iſt, ſo habe ich eine mit einem dünnen offenen Halſe, an welchen eine meßingene mit einer Schraubenmutter verſehene Platte angekitet iſt, um einen Hahn hinein zu ſchrauben; damit die Gemeinſchaft der äußern Luft, nachdem es nöthig iſt, unterbrochen werden kann. Hierdurch wird man der Mühe überhoben, den Heber zu gebrauchen; und im Falle man ſchädliche Dämpfe und Dünſte verurſacht, welche etwan aus dem Scheidewaſſer, verbrannten Schwefel und dergleichen entſtehen; ſo ſchraubt man die Röhre an den Hahn, leitet die Luft dadurch ab, und hebt das Waſſer ſo hoch als Fig. 3.

es

die Beſtandtheile derſelben von einer ungemein verſchie-

es einem beliebt; ohne daß es nöthig iſt, ſich auf eine mühſame Art zweener Blaſebälge zu bedienen, dergleichen Herr Hales gebrauchen muß.

11. Hier muß ich eine Tabelle beybringen, aus welcher erhellet, wie viel verſchiedene Arten von Materien Luft erzeugen, wenn ſie diſtillirt werden. Ich habe ſie aus des erwehnten Herrn Hales Verſuchen gezogen und ſie nach Cubiczollen berechnet.

Ein	Cubiczoll	Schweinsblut	33
—	—	Talch	25
—	—	Hirſchhorn	234
—	—	Auſterſchaalen	324
—	—	Mark aus der Eiche	216
—	—	Erbſen	396
—	—	Ambra	270
—	—	Anisöl	22
—	—	Nelkenöl	88
—	—	Honig	144
—	—	Gelbes Wachs	54
—	—	Grober Zucker	126
—	—	Newcaſtler Kohlen	360
—	—	Friſche Erde	43
—	—	Spießglas	28
—	—	Feuerſtein	83
—	—	Seeſalz, mit calcinirten Knochen vermiſcht	64
—	—	Salpeter, mit eben dergl.	180
—	—	Weinſteinſalz, mit eben dergleichen	224
—	—	Rheinweinſtein	504
—	—	Steine aus dem menſchlichen Körper	645
—	—	Der Stein aus der Gallenblaſe	648.

12. Dieſes ſind die vornehmſten Verſuche, vermittelſt des Diſtillirens. Andere hat er mit dem Gähren angeſtellt, welches er unter verſchiedenen vermiſchten Mate-

verſchiedenen Natur, und eben ſo ſehr in Betracht

K 4 ihrer

Materien erregt; da denn in einigen Verſuchen Luft erzeugt, in andern aber dieſelbe verſchluckt worden iſt; endlich iſt in einigen die Luft ſo wenig vermehrt, als vermindert worden. Die vornehmſten Körper aber, welche die Luft verſchlucken, ſind der Dampf von verbranntem Schwefel, Zunder, oder die Flamme und Dampf eines brennenden Lichts; der Odem lebendiger und ſterbender Thiere, als Mäuſe, Ratten u. dergl.

13. So hat z. E. Herr Hales gefunden, daß die zu Zunder gebrannte Leinewand, wenn ſie in geſchmolzenen Schwefel getaucht und unter einem gläſernen Recipienten angeſteckt wird, welcher 594 Cubiczolle hält, 150 eben ſolcher Zolle verſchluckt, welches vollkommen der 4te Theil des Ganzen iſt. Wenn aber ein brennendes Licht unter den Recipienten geſtellt wurde, und man es ſo lange ſtehn ließ, bis es verlöſchte, ſo verſchluckte der Dampf deſſelben den 11ten Theil der vorerwehnten Menge Luft von 594 Cubiczollen. Eine Ratte von mittlerer Größe, welche binnen 10 Stunden in der eingeſchloſſenen Luft crepirte, machte, daß die vorerwehnte Quantität der Luft von 594 Cubiczollen um 45 abnahm, welches der 13te Theil des Ganzen iſt.

14. Hieraus erhellet, wie gründlich Herr Iſaac Newton philoſophirt, wenn er ſich in dieſer Materie mit folgenden Worten ausdrückt: „Die eigentliche „und beſtändige Luft entſteht aus einer von der Gäh„rung herrührenden Hitze ſolcher Körper, welche die „Chymiker fixe, oder feſte Körper nennen, deren „Theilgen nehmlich, vermöge einer ſtarken anziehenden „Kraft zuſammen hangen, und eben daher ohne eine „Gährung, nicht von einander getrennt oder verdün„net werden können. Dieſe Theilgen, welche ſich von „einander mit der allergrößten zurücktreibenden Kraft „entfernen, können auch eben daher ſchwer zuſammen „gebracht oder mit einander verbunden werden; wel„che aber, wenn ſie einmal verbunden ſind oder ſich „berühren, auch alsdenn auf das ſtärkſte zuſammen „hängen.„ Und im Folgenden heißt es: „Dichte „Körper werden durch die Gährung in alle Arten von

„Luft

ihrer Schwere verſchieden ſind. Woraus denn folgt,

„Luft aufgelöſt, und ſo wird umgekehrt dieſe Luft durch „die Gährung und zuweilen auch ohne dieſelbe, wieder„um zu einem dichten Körper.„ S. Optic. Qu. 30. 31.

15. Weil nun die Luft ein ſchwehrer Körper iſt, und ein Cubiczoll derſelben beynahe $\frac{2}{7}$ Gran wägt; ſo folgt, daß die Luft in ihrem feſten Zuſtande, und wenn ſie noch mit dem Körper vermiſcht iſt, einen Theil ihres Weſens ausmacht, und zwar in einigen derſelben einen gar beträgtlichen Theil: wie ſolches aus der großen Menge des Gewichts alsdenn erhellet, wenn ſie vermittelſt der Auflöſung der Körper wieder in Freyheit geſetzet wird. Welches denn die Chymicker bisher nicht beobachtet haben; weil ſie gemeiniglich vorgegeben, alle Körper beſtünden nur aus 4 Beſtandtheilen, nehmlich Waſſer, Oel, Salz und Erde. Aus der folgenden Tabelle aber wird erhellen, daß die Luft auch in dem allereigentlichſten Verſtande, eben ſowohl ein Beſtandtheil der natürlichen Körper iſt, als irgend einer der erwehnten.

16. In der 1ſten Columne dieſer Tabelle findet man die Größe des Körpers in Cubiczollen und deren Theilen; in der 2ten die Anzahl von Cubiczollen der erzeugten Luft; in der 3ten das Gewicht des Körpers in Granen; in der 4ten das Gewicht der erzeugten Luft; und in der 5ten denjenigen Theil des ganzen Körpers, welchen die Luft ausmacht.

—— ——	C. Zoll	C. Zoll.	Gr.	Gr.	Verhältnis
Hirſchhorn	$\frac{1}{2}$	117	241	33	$\frac{1}{7}$
Auſterſchalen	$\frac{1}{2}$	162	266	46	$\frac{1}{6}$
Mark aus einer Eiche	$\frac{1}{2}$	108	135	30	$\frac{1}{4}$
Indiſcher Waizen	—	270	388	77	$\frac{1}{5}$
Erbſen	1	396	318	113	$\frac{1}{3}$
Senfſaamen	—	270	437	77	$\frac{1}{6}$
Ambra	$\frac{1}{2}$	135	135	38	$\frac{10}{35}$
Trokner Tobak	—	153	142	44	$\frac{1}{3}$

Honig

folgt, daß die Materie, aus welcher die freye
K 5 oder

—	—	C. Zoll	C. Zoll,	Gr.	Gr.	Verhältnis
Honig mit calcinirten						
Knochen vermiſcht	1	144	359	41		$\frac{1}{9}$
Gelb Wachs	1	54	243	16		$\frac{1}{15}$
Grober Zucker	1	126	373	36		$\frac{1}{10}$
Newcaſtler Kohlen	$\frac{1}{2}$	180	138	51		$\frac{1}{3}$
Salpeter mit calcinir-						
tenKnochen vermiſcht	$\frac{1}{2}$	90	211	26		$\frac{1}{8}$
Rheinweinſtein	1	504	443	144		$\frac{1}{3}$
Steine aus dem menſch-						
lichen Körper	$\frac{1}{4}$	516	230	147		$\frac{1}{3}$

17. Hieraus erhellet, daß verſchiedene Körper auch eine verſchiedene Menge von feſter Luft enthalten, und zwar von dem 16ten Theile bis zu der Hälfte des Ganzen. Und hieraus können wir von demjenigen vollkommen überzeugt ſeyn, was Herr Iſaac Newton Qu. 31. ſeiner Optik ſagt: wenn die Körpertheilgen entweder durch die Hitze oder Gährung von einander getrennet werden, ſo entfernen ſie ſich von dem Körper ſogleich, als ſie nur außer der Strecke oder Sphäre der anziehenden Kraft des Körpers ſind, und zwar nicht nur dieſes, ſondern ſie entfernen ſich auch zugleich von einander ſelbſt, und zwar mit einer ſolchen Gewalt und in einer ſo großen Entfernung von einander, daß ſie öfters mehr als einen millionmal größern Raum einnehmen, als den ſie vorher erfülleten, da ſie noch mit andern zugleich einen dichten Körper ausmachten: welche ſtarke Zuſammenziehung oder Ausdehnung, unbegreiflich zu ſeyn ſcheint, wo man nicht annimmt, die Lufttheilgen haben eine federartige Kraft und beſtehen aus vielen Zweigen, oder ſeyn in Haufen gleichſam zuſammen gerollet, oder ſonſt auf eine andre Art mit einander verbunden, als vermittelſt einer zurücktreibenden Kraft.

18. Daß aber die Lufttheilgen in den Körpern auf eine ſolche Art in ihren feſten Zuſtande erhalten werden können,

oder äußere Luft beſteht, ſehr verſchieden ſey; und eben ſo auch ihre Schwere: Wie wir ſie denn durch alle diejenigen Verſuche durchgehends alſo fin-

können, kann man leicht durch Rechnung zeigen. Denn wenn z. E. ein Cubiczoll eichen Holz 216 Cubiczoll Luft enthält, und wir annehmen, der Druck der äußern Luft auf jeden Quadratzoll ſey ohngefehr 15 Pfund, (welches wir in folgenden beweiſen wollen) ſo werden zu der Zuſammendrückung 216 Cubiczoll in einen, 216 mal 15 oder 3240 Pfund am Gewichte erfordert, welche ſie durch ihre Kraft an jeder Seite des Würfels einſchließen und zuſammen halten. Da nun der Würfel von 6 Seiten eingeſchloſſen iſt, ſo werden $6 \times 3240 = 19440$ lb. oder beynahe 20000 lb. Gewicht erfordert, dieſe Luft in ihrem elaſtiſchen Zuſtande in einem Cubiczolle zu erhalten; wenn wir nemlich annehmen, daß derſelbe aus lauter Luft beſtünde: da dieſem aber nicht ſo iſt, ſo wird noch eine größere Kraft darzu erfordert. Dieſe Kraft von 90440 lb. alſo muß ſich bey einem jedweden Cubiczolle des Eichbaums äuſſern, wenn ſie denſelben mit einem Schlage zerſchmettern ſoll. Mithin iſt gar nicht zu zweifeln, daß in allen Körpern Luft enthalten ſey, welche in einen feſten und nicht elaſtiſchen Zuſtande iſt; dieſelbe in ihre Freyheit geſetzet werde, und in eine Art der Bewegung gerathe, vermittelſt welcher ihre Theilgen ſich ſogleich von einander bewegen, ſo bald Feuer daran kommt, oder ſie zu gähren beginnen.

19. Diejenigen, welche von dem weitläuftigen Nutzen überzeugt ſeyn, welchen dieſe wichtige Lehre von der künſtlichen Luft gewehren kann, und das weite Feld der Erkenntniß überſehen wollen, welches in den allerſchwehrſten und verworrenſten Theilen der Naturlehre, beſonders der Arzneygelahrheit geöffnet wird, können den letzten Theil des oben angezogenen unſchätzbaren Wrkes des D. Hales *Vegetable and Chymico-Statical Experiments*, nachleſen, aus welchem wir einige Verſuche in den folgenden Noten beybringen werden.

finden, welche wir mit allen Arten des Barome-
ters angeſtellet haben [LXXXVI].

Weil

[LXXXVI.] 1. Die Schwere der Luft erhellet ſowohl aus der Vernunft als verſchiedenen Verſuchen. Denn ihre Theilgen werden durch die anziehende Kraft der Erde ebenfalls angezogen, und ſind daher gegen den Mittelpunct derſelben allerſeits ſchwer: welches denn eben dasjenige iſt, worinnen ſowohl ihr, als das Gewicht aller und jeder Körper überhaupt beſteht. Unter den Verſuchen aber, durch welche die Schwere der Luft bewieſen wird, ſind viele, die mit der Luftpumpe angeſtellet werden; und unter welchen der vornehmlich ſehr zuverläßig und genau iſt, und darinne beſtehet: daß man die Luft auf eben die Weiſe an einer Wagſchaale wägt, wie alle andere ſchwehre Körper.

2. Dasjenige Verfahren, nach welchem ich hier zu Werke gehe, iſt wie ich glaube, ſo genau und zuverläſſig, als es nur ausgeſonnen werden kann. Denn weil die Reibung der Waage, (wie wir oben ſchon gezeiget haben) in eben der Verhältnis iſt, wie das Gewicht, welches an ihr gewogen wird, und das geringſte Gewicht, auch allemal das wenigſte Reiben verurſacht; ſo iſt auch klar, daß der Verſuch allemal deſto vorzüglicher und accurater ſeyn müſſe, je weniger Gewichte darzu erfodert werden. Aus dieſer Urſache nehme ich eine ziemlich große ſehr dünne florentiner Flaſche, deren Inhalt ich nach Cubiczollen genau unterſucht habe. Aus dieſer ziehe ich die Luft ſo genau heraus, als es nur möglich iſt, und hänge ſie alsdenn an eine ſehr genaue hydroſtatiſche Waage, die ich durch Grane in der andern Waagſchale ins Gleichgewicht bringe. So bald dieſes erhalten iſt, ſo mache ich das Ventil oder den Hahn an derſelben auf und laſſe die Luft hinein, welche denn mit einem ſolchen Geräuſche in die Flaſche hinein fährt, daß man es deutlich hören kann. Hierauf bekommt die Flaſche ſo gleich wieder einen Ausſchlag, als ſie wieder mit der Luft angefüllet wird. Wenn ich nun das Gleichgewicht abermal habe wieder herſtellen wollen; ſo habe ich für jegliches Pint, welches die Flaſche enthält, an der andern Seite 8 Gr.

Gewicht

Weil nun die Lufttheilgen als Theilgen ande-
rer

Gewicht wieder hinein legen müſſen. Woraus erhellet, daß ein Gallon Luft ungefehr eine Drachme wägt, ein Buſhel aber eine Unze Troy; und weil ein Pint beynahe 28 Cubiczoll beträgt; ſo wägt ein Cubiczoll Luft ohngefähr $\frac{8}{28}$ oder $\frac{2}{7}$ Gran.

3. Weil nun die Luft ein flüßiges Weſen und nicht durchgehens von einerley Art iſt, ſo iſt auch ihr Gewicht eben ſo verſchieden, als deren Theilgen, woraus ſie beſteht, und nachdem ſie eine verſchiedene Höhe über die Erdoberfläche hat; welches aber aus der Urſache ſo ſeyn muß, weil ſie ein flüßiges Weſen von einer wankenden Beſchaffenheit iſt. Weil übrigens wenige Körper leichter ſind, als das Waſſer, und dieſes gar ſehr leicht in einen Dunſt aufgelöſet werden kann; ſo folgt: daß, wenn die äußere Luft mit Waſſertheilgen angefüllet iſt, ſie leichter ſeyn müſſe, wie wir ſolches z. E. bey feuchter Witterung bemerken; mithin muß ſie auch öfter von einer leichtern als ſchwehrern Beſchaffenheit ſeyn. Dasjenige Werkzeug aber, an welchem wir die Veränderung der Schwere der Luft bemerken, oder vielmehr ihr verſchiedenes Gewicht in verſchiedenen Zeiten, wird das Barometer genannt; deſſen es verſchiedene Arten giebt, die wir hier beſchreiben müſſen. Zuerſt aber muß ich eine Beſchreibung von der allereinfachſten Geſtalt dieſer Inſtrumente beybringen, welche nachfolgende iſt. Man bläſet eine Glasröhre an dem einen Ende zu und füllet ſie mit Queckſilber, welches ſowohl von aller fremden Unreinigkeit als der Luft auf das genaueſte gereiniget iſt. Alsdenn hält man den Finger auf die obere Oefnung der Röhre ſo, daß er genau auf das Queckſilber druckt, und nicht die geringſte Luft durch kann; in dieſer Stellung wendet man die Röhre um, ſetzt ſie nebſt dem Finger in ein Gefäß mit Queckſilber, welches auf eben die Weiſe, wie das in der Röhre gereiniget iſt, worauf ſich denn die Queckſilberſeule in der Röhre ſo gleich herunter ſenkt, und in einer gewiſſen Höhe ſtehen bleibt. Wenn die Röhre nehmlich über 31 Zoll lang iſt, wie es ſeyn muß.

4. Es ſey A B eine ſolche Röhre von 34 Zollen in der Länge und $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer (von welcher Be-
ſchaf-

rer Körper angeſehen werden können, die aus
ihrer
ſchaffenheit ſie nehmlich zu dieſem Ende ſeyn muß) und bey A zugeblaſen, bey B aber offen. CD ſey das mit Queckſilber gefüllete Gefäß oder Kugel, in welcher die umgekehrte Röhre ſteht; die Oberfläche des Queckſilbers ſey EF, in der Röhre aber, GH. Nun ſiehet man leicht, daß, wenn alles dieſes in einem luftleeren Raume vorgenommen werden könnte, das geſammte Queckſilber, ſo bald die Röhre umgekehrt würde, aus der Urſache in dar Gefäß CD herunter laufen müßte, weil es gleich einem jedweden ſchweren Körper, ſo lange gegen den Mittelpunkt der Erde drückt, bis es einen Gegenſtand, wie z. E. in unſern Falle das Gefäß, antrift, welches ſeine Bewegung aufhält und es unterſtützt. Alles dieſes, ſage ich, wird in dem luftleeren Raume ſo ſeyn, wofern wir nicht eine Kraft in der Röhre annehmen können, welche hinreichend iſt, eine Queckſilberſeule zu unterſtützen. Nun aber können wir keine andere finden, als den Zuſammenhang, welcher in den ſchmalen Röhren, würklich eine ſolche Seule unterſtützen kann. Iſt aber die Röhre weiter, als wir es hier annehmen, daß die Kraft merklich zu gering iſt, eine ſo ſchwere Seule zu erhalten; ſo muß dieſe nothwendig in dem Gefäße herunter ſinken und in dem Gefäße eben ſo hoch ſtehen, als in der Röhre. Tab. XXIV. Fig. 4.

5. Da aber das Queckſilber nicht ganz und gar herunter tritt, weil dieſer Verſuch in der freyen Luft gemachet wird, ſo muß die Queckſilberſeule, welche in der Röhre zurück bleibt, von der äußern Luft, als ihrer Urſache, aufgehalten werden; weil ſo wenig etwas innerhalb * der Röhre, als außer derſelben (wenigſtens mit einem gegründeten Scheine) angenommen werden kann, wovon dieſe Würkung herrühren ſollte; wo es nicht diejenige wäre, die wir eben angeführt haben. Geben wir nun zu, die Luft ſey ein flüßiges Weſen, welches zugleich eine Schwere hat, ſo muß ſie auch nothwendig eine ſolche Würkung verurſachen, derglei-
chen

* Und warum denn dieſes nicht? Das Gegentheil hiervon wird in dem Anhange zu dieſer Vorleſung unwiderſprechlich dargethan werden.

ihrer Sphäre der körperlichen anziehenden Kraft gekom-

chen das Hängenbleiben des Queckſilbers in der Röhre iſt: denn durch ihre Schwere muß ſie einen Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers in dem Gefäße äußern. Und mithin wird dieſe Oberfläche allenthalben gleich ſtark von ihr gedrückt. Weil nun das Queckſilber in dem Gefäße dem in der Röhre das Gleichgewicht hält; ſo iſt klar, daß das Gewicht des Queckſilbers in der Röhre dem Gewichte der äußern Luft, welche auf eine jedwede cirkelrunde Fläche der Oberfläche des Queckſilbers in dem Gefäße drückt, die groß iſt, als die Oefnung der Röhre, gleich ſeyn müſſe: denn wäre dieſes nicht, ſo könnten ſie auch einander das Gleichgewicht nicht halten, welches wir doch ſehen, daß es geſchiehet. Mithin wird die Queckſilberſeule, durch den Gegendruck eine Luftſeule eben der Grundfläche, deren Höhe aber, der Höhe der äußern Luft gleich iſt, im Gleichgewichte halten.

6. Das aber das Gewicht der Luftſeulen und Queckſilberſeulen, wovon wir jetzt eben geredet haben, einander vollkommen gleich ſind, wird daraus noch ferner erhellen, wenn wir erwägen, daß das Queckſilber, wie wir angenommen haben, von der Luft alsdenn vollkommen gereiniget iſt *, wenn es ſich in der Röhre herunterſenkt, einen vollkommen leeren Raum, über ſich in der Röhre zurück läſſet; weswegen denn auch nichts vorhanden iſt, welches auf ſeine innere Oberfläche würken und es herunter drücken könnte. Folglich muß es auch beſtändig zu einer ſolchen Höhe ſteigen, oder ſoweit herunter ſinken, als es die verſchiedene Schwere der äußern Luft erfordert; weswegen es denn ein ſo genauer und ausdrücklicher Maaßſtab iſt, als uns nur die Natur gewehren kann. Dieſe Erfindung haben wir dem glücklichen italieniſchen Geiſte eines Torricellius und Schülers des großen Galiläus zu verdanken: dahero wird auch dieſe Röhre oft die Tarricelliſche und der Verſuch damit der Tarricelliſche Verſuch genannt.

7. Weil nun, wie wir geſehen haben, dieſe hängende Queckſilberſeule, die Schwere der Luft zu allen Zeiten

* Vollkommen wird es von der Luft niemals gereinigt.

gekommen ſind, und daher vor dieſen Körpern hinweg

ten genau anzeigt; ſo hat ſie auch die allgemeine Aufmerkſamkeit nach ſich gezogen; dieſes aber um deſto mehr, weil alle Menſchen in einer verſchiedenen Beſchaffenheit der Luft leben müſſen, die Achtſamkeit der Weltweiſen aber hat ſie um deſto mehr verdient, indem dieſe die meiſte Gelegenheit finden, dadurch die beyden äußern Grenzen der Schwere der Luft zu beſtimmen, wenn ſie am geringſten und ſtärkſten iſt. Dieſes aber geſchiehet, indem ſie die geringſte und gröſte Höhe dieſer Queckſilberſeule beobachten; welche wir denn nach einer langen Erfahrung gefunden haben, daß ſie ſehr nahe zwiſchen 28 und 31 Zollen ſey; ſehr ſelten aber beträgt ſie weniger oder mehr als dieſe Höhen. Aus welcher Urſache man denn $29\frac{1}{2}$ Zoll für die mittlere Höhe angenommen hat, um die mittlere Schwere der Luft, dadurch auszudrücken, welche indeſſen durch BH angedeutet ſeyn mag; die gröſte Höhe aber ſey BI, und die geringſte BK: übrigens wird IK die Scala der Veränderung genennet. Tab. XXVII. Fig. 4.

8. Weil ſich nun in der perpendicular hängenden Röhre ein Raum von 3 Zollen befindet, in welchem das Queckſilber ſteigen und fallen kann; und die flüßigen Weſen beſtändig einerley Höhe in einer Röhre behalten, deren Geſtalt und Neigung unverändert bleibt: ſo haben die Künſtler allerley Arten ausgeſonnen, wodurch die Bewegung des Queckſilbers vermehret oder durch einen gröſſern Raum geſchehen möchte. Dahero ſind die verſchiedenen Geſtalten der Barometer entſtanden, von welchen ich hier die vornehmſten beſchreiben werde. Dasjenige, welches nächſt dem aufrechten am meiſten geſchätzt wird, heiſt man das Diagonalbarometer, und iſt Fig. 5 vorgeſtellet, wo ABC die Röhre in dem Punkte C verſchloſſen, und in das Queckſilber bey A getaucht iſt. Von dem Punkte A bis B, wo die Scale der Veränderung ihren Anfang nimmt, iſt die Röhre perpendicular; von da aber nach BC, ſo zur Seite gebogen, daß ſie einen ſpitzigen Winkel FBC macht. Dieſer Theil BC erſtreckt ſich bis zu den höchſten Grenzen in der Scala der Verände- Fig. 5.

hinweg geſtoßen werden; ſo muß ſich auch dieſe zurück-

änderungen IC nehmlich. Weil nun das Queckſilber in dem gemeinen Barometer von K nach I ſteigt; ſo beweget es ſich in dieſem von B nach C, (LXVIII. 4.) wodurch die Scala der Veränderungen in eben der Verhältnis verlängert wird, wie BC zu FB = IK, das iſt, wie die Diagonallinie der kleinſten Seite des Parallelogramm FBGC.

9. Der Fehler, welchen dieſe Geſtalt des Barometers ausgeſetzet iſt, beſtehet darinnen: daß, weil das Queckſilber, welches ein ſehr ſchwerer Körper iſt, und von dem Theile BC als ein auf einer ſchiefliegenden Ebene ruhender Körper, unterſtützt wird, allemal eine ſtärkere Reibung leidet, als der Theil BC ſchiefer gelehnt iſt: weswegen denn die gar geringen und zärtlichen Veränderungen des Druckes der Luft bey dieſer Art des Barometers, nicht ſo deutlich in die Augen fallen kann, als wenn die Bewegung des Queckſilbers weniger Hinterniß leidet. Ueberdieſes geſchiehet es auch zuweilen, daß ſich das Queckſilber in der ſchiefliegenden Röhre BC theilt: da man denn den Verdruß hat, ſie abermal damit zu füllen. Dieſe Geſtalt des Barometers iſt übrigens eine Erfindung des Herrn Samuel Moreland.

Tab. XXVII. Fig. 6. 10. Eine andere Art deſſelben, welche ebenfalls den Zweck hat, die Scala der Veränderungen zu verlängern, haben wir von dem Herrn Caßini, und welche nachher von dem Herrn Johann Bernoulli verbeſſert iſt, zu verdanken. Dieſes Inſtrument beſteht aus einer Röhre ACDF, welche an dem obern Ende A verſchloſſen, bey D aber unter einem rechten Winkel zur Seite gebogen iſt: woher es denn den Namen eines horizontalen und rechtwinklichten Barometers hat. Das Queckſilber ſteht in beyden Schenkeln von E bis B. Die Scala der Veränderungen erſtreckt ſich von A bis C, wo ſie ungleich weiter iſt. Hieraus iſt nun klar, daß, wenn das Queckſilber 3 Zoll von A nach C herunter tritt, es ſich in dem Schenkel DF eben ſo viel mal durch 3 Zolle bewegt, als dieſe Röhre enger iſt, wie die Röhre AC: weswegen denn die Bewegung des Queckſilbers bey

zurücktreibende Kraft, beſtändig wechſelsweiſe zwi-

bey E gar ſehr merklich ſeyn muß. Die hiermit verbundene Ungemächlichkeit aber iſt dieſe, daß ſich das Queckſilber in dem Schenkel bey E gar leicht theilt, und an dem Ende F gar heraus läuft. Außer dieſem leidet es auch eine gar ſtarke Reibung: und nicht nur dieſe, ſondern der gar ſehr engere Theil DF hat zugleich eine ſtarke anziehende Kraft oder Zuſammenhang mit dem Queckſilber, daß die freye Bewegung deſſelben in der Röhre ein wenig gehemmet wird.

11. Die folgende Art des Barometers, die ich nunmehr beſchreiben muß, iſt das hängende Barometer, welches deswegen ſo genennet wird, weil es nur aus einer einfachen Röhre beſteht, die an dem einen Ende A, mit einem Bande aufgehängt wird. Die Röhre iſt ein wenig kegelförmig, und von A nach B ſpitziger oder enger; bey A iſt ſie zugeblaſen, und von A bis B = 31 Zolle mit Queckſilber gefüllet, alsdenn aber umgekehrt; da denn daſſelbe, wenn anders die Schwere der Luft nicht größer iſt, in der Röhre herunter ſinkt, und den Theil CD in derſelben einnimmt, welcher alſo eben die Höhe hat, wie in dem gemeinen Barometer. Wegen der kegelförmigen Weite der Röhre, ſteigt das Queckſilber, ſo wie die Luft leichter wird, ſo lange herunter, bis die Luft ſo leicht geworden iſt, als ſie nur werden kann; und das Queckſilber ſteht alsdenn in dem untern Theile derſelben von B bis E ſo, daß BE = 28 Zollen iſt. Folglich bewegt ſich das Queckſilber in dieſer Röhre von A gegen E, 32 Zolle, wenn ſie 5 Fuß, oder 60 Zolle lang iſt; mithin iſt hier die Scala AE mehr als zehnfach ſo lang, als in dem gemeinen Barometer. Der Fehler aber, den dieſes Inſtrument hat, beſteht darinnen, daß, weil die Weite der Röhre ſehr gering iſt, die anziehende Kraft des Zuſammenhanges ſehr merklich und mithin eine Hinderniß wird, daß man die gar geringen Veränderungen in der Schwere der äußern Luft, wegen des Mangels der freyern Bewegung, nicht ſo genau bemerken kann. Wird daher die Röhre nur ein wenig gerüttelt, ſo ſetzt ſich das Queckſilber nicht genau wieder an eben dem Orte, oder in

Tab. XXVII. Fig. 7.

zwiſchen den gedachten Lufttheilgen äußern, und dieſel-

der Höhe, in welcher es vorher ſtund. Außer dem wir es auch in dem untern Theile der Röhre leicht getrennet, oder fällt gar heraus. Dieſe Erfindung haben wir dem Herrn Amontons zu verdanken, welcher ſie im Jahre 1695 zuerſt bekannt gemacht hat.

Tab. XXVII. Fig. 8. 12. Nun folgt ein Barometer, welches mit einer runden Scheibe verſehen iſt, und daher das Radbarometer genennet wird: deſſen Beſchaffenheit man aus der Figur leicht einſehen kann. ABDG iſt das Queckſilber in der Glasröhre, welche oben eine Kugel hat; bey F iſt jene in die Höhe gebogen; auf die Oberfläche des Queckſilbers in dem gebogenen Schenkel, iſt eine eiſerne Kugel G gelegt, an welcher ein Faden befeſtigt, über eine Rolle CD geleitet, und mit einem in der freyen Luft hängenden Gegengewichte H verſehen iſt, welches ihr das Gleichgewicht hält. Weil nun die Oberfläche bey AB gar breit, bey G aber deſto geringer iſt, ſo muß auch die Bewegung des Queckſilbers, mithin der Kugel G zugleich, ſehr merklich ſeyn. So wie ſich nun das Gewicht G auf und nieder bewegt, ſo dreht es die Rolle CD um, und der Zeiger KL weiſet die auf einem ziemlich großen Cirkel MNOP gemachten Abtheilungen. Wodurch denn die geringſten Veränderungen der Luft gar merklich werden; wenn anders das Inſtrument ſo ſorgfältig gemacht iſt, daß das Reiben ſeiner Theile in keine Betrachtung gezogen werden darf. Dieſe iſt eine von den vorzüglichen Erfindungen des Herrn Hooke.

13. Die eben angeführten ſind die vornehmſten bisher ausgeſonnenen Einrichtungen des Barometers, durch welche man ſich bemühet hat, die Scala der Veränderungen an denen einfachen Barometern zu verlängern, welche nur mit Queckſilber allein gefüllet werden. Es giebt aber noch andere, die man theils mit Queckſilber, theils mit Waſſer oder andern flüßigen Weſen, in eben der Abſicht füllt; ſie ſind aber ſo ſchwer zu machen, ſo fehlerhaft, wenn ſie gemacht ſind, und ſo mühſam zu gebrauchen, daß es der Mühe nach nicht werth iſt, ſie zu beſchreiben. Damit aber der Leſer doch

dieſelben eben daher von einander getrieben wer-
L 2 den;

doch einigen Begriff davon erhalte, ſo will ich demſelben hier die Erfindung des ehrwürdigen Herrn Rowning, nebſt dem Beweiſe ſeiner Theorie, mittheilen.

14. ABC iſt eine zuſammen geſetzte, bey A verſchloſſene, bey C aber offene, von A bis B leere, von hier bis B mit Queckſilber, von da bis E aber mit Waſſer gefüllete Röhre. Wenn nun die Punkte G, B, H in der Horizontallinie ſind, ſo iſt aus den Eigenſchaften des Hebers klar, daß die zuſammengeſetzten, ſich zwiſchen den Punkten H und G befindenden flüßigen Weſen, einander beſtändig das Gleichgewicht halten müſſen, die Schwere der äußern Luft ſey von einer Beſchaffenheit, von welcher ſie wolle: und zwar, weil der Druck bey H und G immer gleich bleibt. Woraus denn erhellet, daß die Queckſilberſeule DH, der Waſſerſeule GE, nebſt einer Luftſeule von eben der Grundfläche, das Gleichgewicht halte, weswegen denn dieſes Gleichgewicht auf eben die Weiſe und in eben der Verhältniß geändert werden muß, als die Summe der Veränderungen dieſer beyden: welches wir denn folgendermaaßen berechnen müſſen. Tab XXVII. Fig. 9.

15. Die Veränderung der Schwere der Luft, welche wir V nennen wollen, ſey durch den Raum gemeſſen oder beſtimmt, durch welchen ſich das Queckſilber in dem gemeinen Barometer, wehrend einer gewiſſen oder beſtimmten Zeit, bewegt. Der Raum aber, welchen das Waſſer bey E in eben der Zeit durchlauft, ſey x, und der Durchmeſſer der Röhre AF verhalte ſich zu dem Durchmeſſer der Röhre FC, wie D zu 1; ſo iſt der bey B durchgelaufene Raum $\frac{x}{D^2}$, mithin verändert ſich das Gewicht des Unterſcheides GE der Schenkel EK und KB, wie $x + \frac{x}{D^2}$. Weil ſich auch der von dem Queckſilber bey B und D durchgelaufene Raum wie $-\frac{x}{D^2}$ verhält; ſo verändert der Unterſcheid DH

ſein

den; ſo, daß ſie immer in gleicher Entfernung bleiben.

ſein Gewicht, wie $\frac{2x}{D^2}$. Eben dieſe Veränderung aber iſt den beyden vorhergehenden Veränderungen gleich, und weil $x + \frac{x}{D^2}$ eine Höhe des Waſſers iſt; ſo erhalten wir, wenn wir m zu 1 für die Verhältniß der eigentümlichen Schwere des Queckſilbers zu dem dem Waſſer annehmen, $m : 1 = x + \frac{x}{D^2}$:

$\frac{x + \frac{x}{D^2}}{m}$ = der Höhe des Queckſilbers von eben der Schwere; folglich $\frac{2x}{D^2} = V + \frac{x + \frac{x}{D^2}}{m}$: welche Gleichung, wenn ſie reducirt wird $x = \frac{VD^2 m}{2m - D^2 - 1}$, und dieſe ferner die Proportion $x : V = mD^2 : 2m - D^2 - 1$ giebt. Mithin iſt die Scale der Veränderung in dieſer eben ſo, wie in dem gemeinen Barometer.

16. Iſt alſo $m = 14$, $D = 1$; ſo haben wir $x : V = 14 : 26 = 7 : 13$, woraus denn erhellet, daß, wenn die Röhren AF und FC gleich weit ſind, die Veränderung in dieſem Barometer nicht ſo groß ſey, wie in dem gemeinen, und zwar in der Verhältnis wie 7 zu 13. Setzen wir $2m - D^2 - 1 = 0$, oder $2m - 1 = D^2$, ſo iſt $D = \sqrt{(2m - 1)} = 5,2$; woraus denn klar iſt, daß, wenn ſich der Durchmeſſer AF zu dem Durchmeſſer FC, wie 5,2 zu 1 verhält, die Veränderung x, in Betracht gegen die Veränderung bey dem gemeinen Barometer, unendlich groß iſt. Setzen wir $D = 5$, ſo haben wir $x : V, = 175 : 1$, woraus denn erhellet, um wie viel die Scala der Veränderung, bey dieſem Barometer größer gemachet werden könne, als bey dem gemei-

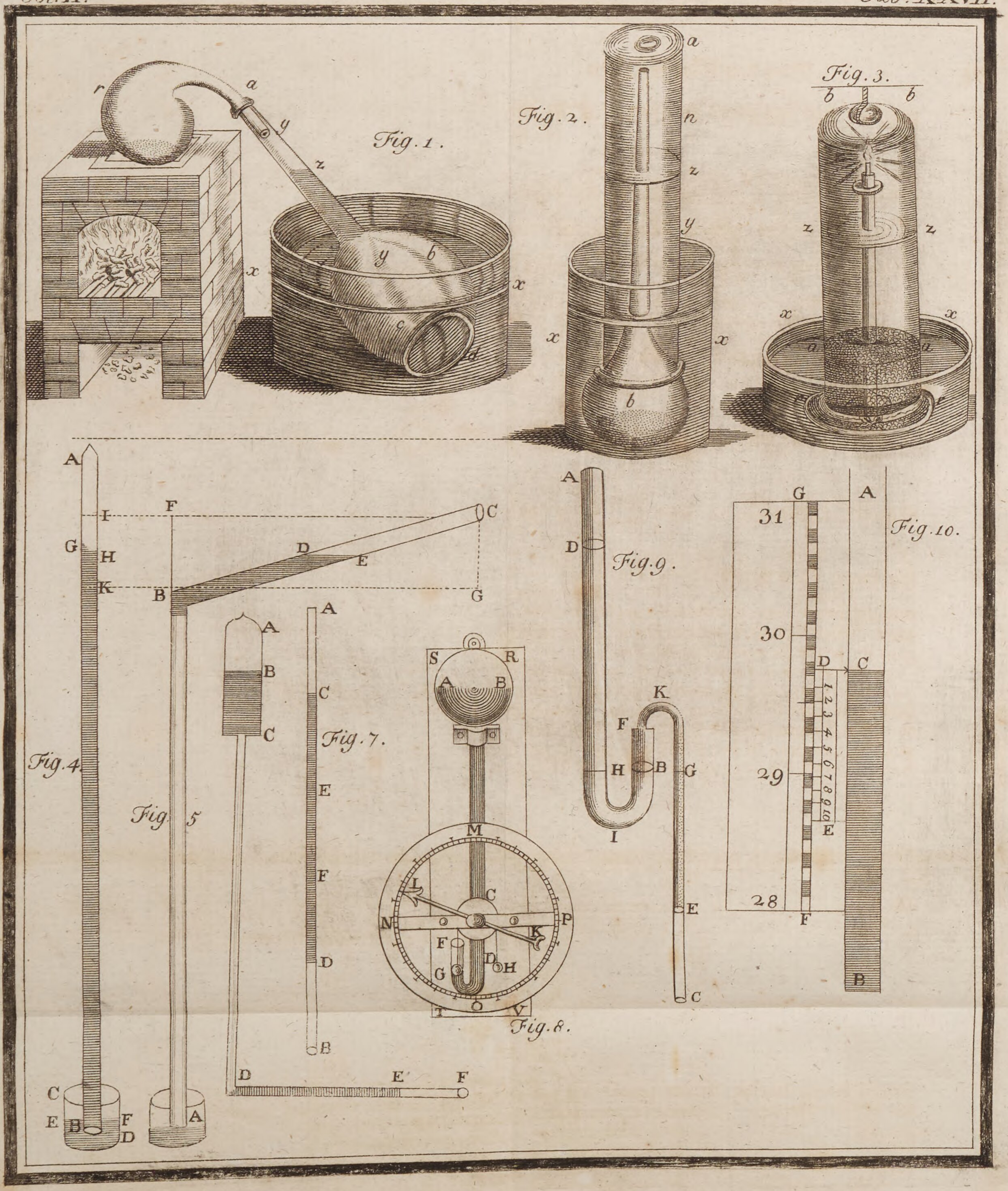


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

bleiben. Werden daher dieſe Lufttheilgen von ei-
L 3 ner

gemeinen. Ich glaube aber daß eine ſolche Einrichtung mehr zum Vergnügen des Nachſinnens gereiche, als daß ſie in der Ausführung nützlich ſeyn ſollte; hat man aber alles gethan, was man nur hat thun können, ſo gewehret doch die Geſtalt des gemeinen Barometers, ſo wie ſie unter allen die leichteſte iſt, auch unter allen übrigen die mehreſte Genauigkeit.

17. Bevor ich dieſen Artikel beſchließe, ſo muß ich noch einer Erfindung des Barometers erwehnen, welche von dem Ehrwürdigen Herrn Caſwell zu Oxford iſt. Es ſey demnach ABCD ein Gefäß mit Waſſer, in welches das Baroſcop *xrezyosm* geſetzt iſt, und aus einem hohlen Körper *xrsm* und einer meßingenen, zinnernen, gläſernen oder andern Röhre *ezyo* beſteht. Der Boden der Röhre *zy* hat ein Bleygewicht, damit ſie unterſinkt; weswegen denn der obere Theil des Körpers auch alsdenn noch auf dem Waſſer ſchwimmen muß, wenn man gleich noch einige Grane Gewicht hinein legt. So wie nun das Inſtrument mit ſeiner Oefnung unterwerts in das Waſſer geſetzt wird, ſo ſteigt dieſes in der Röhre *ye* ſo weit bis *u* in die Höhe. Hier wird alsdenn oben ein kleiner hohler Cylinder oder Röhre befeſtigt, damit das Inſtrument, wenn die Luft ſchwerer wird, nicht gar zu Boden ſinkt; *md* iſt ein Drath, und *ms*, *de* ſind ſind zween Fäden, welche gegen die Oberfläche des Waſſers ſchief gelehnt ſind. Dieſer Fäden muß man verſchiedene haben; und ſo wie das Waſſer genau den obern Rand des Inſtruments berührt, wenn das Queckſilber in dem gemeinen Barometer am niedrigſten ſteht und die Schwere der Luft zunimmt, ſo ſinkt auch das Inſtrument in dem Waſſer weiter herunter, und an dem Faden zeigt ſich eine kleine Blaſe, welche an der ganzen Länge deſſelben beſtändig auf- und nieder ſteigt. Aus einer Berechnung nun, welche aus der Theorie hergeleitet iſt, erhellet, daß dieſes Baroſcop oder Barometer mehr als 1200 mal accurater iſt, als das gemeine. Die ganze Berechnung nebſt den eignen Worten des Herrn Profeſſors kann man in den philoſophiſchen Transactionen nachleſen.

Tab XXVIII. Fig. 1.

18. Ob ich nun gleich dieſes Barometer, ſo wie es eben beſchrieben iſt, ſelbſt gemachet habe, und auch fin-
de,

ner äußern Kraft in einen kleinern Raum zuſam-
men

de, daß es mit der Theorie wohl übereinſtimmt; ſo dient es doch deswegen zu keinem gemeinen Gebrauche: weil man nur die gar geringen Veränderungen der Schwere der Luft, jedesmal nur in der gegenwärtigen Zeit, daran bemerken kann; und zwar aus der Urſache, weil es eben ſo wohl von der Hitze, als Schwere der Luft, empfindlich wird. So lange nun der Grad der Hitze einerley bleibt, ſo iſt auch kein Barometer vorzüglicher als dieſes; ſo wie ſich aber dieſe Hitze ändert, ſo wird auch die ausdehnende Kraft der eingeſchloſſenen Luft anders, mithin auch die Schwere des Inſtruments: da indeſſen die Schwere der Luft immer unverändert bleiben kann. Welches denn die Urſache iſt, weswegen dieſes Inſtrument nicht zu einem beſtändigen Gebrauche dient.

19. Ich habe bereits zu verſtehen gegeben, daß das gemeine Barometer unter allen das vorzüglichſte Inſtrument ſey, die Schwere der Luft damit zu meſſen; damit daſſelbe aber in ſeiner größten Vollkommenheit erhalten werde, ſo ſind folgende Stücke darzu nöthig: 1) muß die Röhre, wenigſtens $\frac{1}{4}$ Zoll weit ſeyn; $\frac{1}{3}$ Zoll aber, iſt ſchon eine ziemlich ſchickliche Weite. 2) Darf die Röhre nicht gebraucht, ſondern ſie muß noch neu, inwendig recht rein und zu der Zeit trocken ſeyn, wenn ſie gefüllet wird. Dieſes aber um deſto mehr zu erhalten, ſollten dieſe Röhren eigentlich in den Glashütten, ſo bald als ſie gemachet worden, an beyden Enden zugeblaſen werden: denn man kann ja das eine Ende alsdenn mit einem Faden leicht wegſprengen, wenn man ſie gebrauchen will. 3) Muß der Durchmeſſer der Kugel oder Büchſe mit dem Queckſilber, worinnen die Röhre ſteht, eine ſo bequeme Weite haben, daß das Queckſilber darinnen beynahe, jederzeit gleich hoch ſteht; widrigenfalls kann man ſich auf den Zeiger nicht verlaſſen. Das Queckſilber aber muß 4) ſehr rein und mit keinem Zinn, Bley oder andern Metalle, vermiſchet ſeyn; eben ſowohl muß man 5) alle Luft heraus gebracht haben: welches denn geſchehen kann, wenn man es kocht, und alsdenn die Röhre damit füllt, wenn es beynahe ſiedend heiß iſt. Auch muß 6)
die

men gezwungen; ſo muß ſich die zurücktreibende
L 4 Kraft

die Röhre ſehr heiß gemachet werden, wenn ſie gefüllet wird, weil ſie ſonſt von dem kochenden Queckſilber ſpringt. 7) Muß ſie ſehr ſtark getrieben werden, um die electriſche Kraft in derſelben zu erregen, damit die Lufttheilgen an ihrer innern Oberfläche heraus getrieben werden. Endlich muß man 8) an dem Zeiger auf der Scala, wo die Abtheilungen ſtehen, zu dem Ende einen ſo genannten Nonius befeſtigen laſſen, damit man das Steigen und Fallen des Queckſilbers deſto genauer meſſen kann.

20. Dieſes Kunſtſtück iſt in vielen andern Fällen ebenfalls nützlich anzuwenden. Es hat daſſelbe von ſeinem Erfinder Nonius den Namen; und wird im gegenwärtigen Falle, auf folgende Art angewendet. Tab. XXVII. Fig. 4. AB iſt der obere Theil des Barometers, in welchem die Oberfläche des Queckſilbers bey C ſteht; FG die gewöhnliche Platte von Meſſing $\frac{1}{3}$ Zolle lang und von 28 bis 31 getheilt; DE aber die kleinere, welche der Nonius genennet wird, und ſo eingerichtet iſt, daß ſie auf jener ſo auf und nieder geſchoben werden kann, daß das eine Ende des Zeigers D auf den Punct der Oberfläche des Queckſilbers in der Röhre weiſt, das andere aber auf die zugehörigen Abtheilungen der Scale. Ferner iſt dieſer Nonius in 10 ſolche Theile getheilet, welche zuſammen genommen 11 Theilen auf der Scale gleich ſind, oder DE = 11 Zehentheilen eines Zolles. Mithin iſt eine jedwede der kleinern Abtheilungen auf dem Nonius 1,1 von denen auf der Scala; zwey aber von den erſtern 2,2, 3 derſelben 3,3, und ſo fort. Woraus man denn leicht erachten wird, daß, wenn der Zeiger D zwiſchen zwo Abtheilungen auf der Scala fällt, wie hier zwiſchen 29,7 und 29,8, wir nur zurück nach derjenigen Abtheilung des Nonius ſehen dürfen, mit welcher ſie auf der Scala überein kommt; ſo erhellet, wie viele 10 Theile von einem 10 Theile, das iſt, wie viele 100 Theile noch über 29,7 ſind. Nun ſiehet man aber, daß der Nonius mit der Abtheilung auf der Scala, mit dem fünften Striche übereinſtimmet; folglich ſteht das Queckſilber nach der Scala

Kraft dieſer angewendeten Gewalt, und zwar eben ſo ſtark, widerſetzen; dieſe Urſache iſt es, welche

29,75, Zolle hoch. Auf dieſe Weiſe geht man mit der gröſsten Gemächlichkeit, bis auf die 100 Theilgen von einem Zolle; welches denn ſchon ein ziemlich hoher Grad der Genauigkeit iſt.

21. Aus dem, was eben geſagt worden iſt, werden wir den vorzüglichen Gebrauch des Barometers, in Beſtimmung der Höhen der Gegenden, Berge, Thürmer u. d. gl. leicht ermeſſen. Denn weil die eigentümliche Schwere der Luft (welches wir im Folgenden beweiſen werden), wenn ſie nehmlich der Oberfläche der Erde ziemlich nahe iſt, ſich zu der Schwere des Queckſilbers, wie 1 zu 12040 verhält, ſo iſt klar, daß 12040 Zolle Luft in der Höhe einem eben ſo breiten Queckſilbercylinder das Gleichgewicht halten werden, wenn derſelbe 1 Zoll hoch iſt. Mithin ſtimmen 1204 Zolle, oder 100 Fuß mit $\frac{1}{10}$ Zoll Queckſilber überein, oder halten demſelben das Gleichgewicht: wenn man ſich nehmlich die Grundflächen der Seulen jederzeit gleich vorſtellt. Bringt man daher ein gutes Barometer auf die Spritze eines Berges, oder einen andern erhabenen Ort; ſo ſinkt das Queckſilber beynahe um den 10ten Theil eines Zolles, für jegliche 100 Fuß, gerade in die Höhe gerechnet, und zeigt daher die ganze Höhe auf eine gar bequeme Art.

22. Weil aber das Queckſilber nicht völlig 14fach ſchwerer iſt als das Waſſer; ſo iſt auch die Zahl 12040 etwas zu groß: mithin darf die Höhe nicht völlig 100 Fuß ſeyn, ſo tritt doch das Queckſilber in dem Barometer ſchon um $\frac{1}{10}$ Zoll herunter; und wie viel dieſes beträgt, wird aus den Verſuchen, welche der Herr Nettleton mit aller Sorgfallt angeſtellt, erhellen: aus welchen wir nachfolgende Tabelle allhier beybringen.

Höhe

welche wir die Gegenwürkung, Elaſticität,

Höhe des ☿.

	Höhe.	Boden.	Spitze.	Unterſch.	nach $\frac{1}{10}$.
Turm zu Hallifax.	102 —	29,78 —	29,66 —	0,12 —	85
Kohlenbergwerk.	140 —	29,48 —	29,32 —	0,16 —	87
Ein anders d. gl.	236 —	29,50 —	29,23 —	0,27 —	87
Ein kleiner Berg.	312 —	29,81 —	29,45 —	0,36 —	86
Der Berg bey Hallifax.	507 —	30,00 —	29,45 —	0,55 —	91.

23. Hat man nun die Höhe, auf welcher das Queckſilber bey einer gewiſſen Erhöhung ſteht; ſo kann man auch leicht finden, wie hoch es auf einer andern gegebenen Höhe ſtehen werde. Denn weil die Dichtigkeit der Luft in einer geometriſchen Verhältniß abnimmt, wie die Höhen in einer arithmethiſchen zunehmen, ſo ſind die letztern Zahlen die Logarithmen der erſtern. Das Gewicht der Luft aber verhält ſich, wie ihre Dichtigkeit und die Höhe des Queckſilbers in dem Barometer, wie ſeine Schwere; folglich die Höhen, wie die Logarithmen der Höhe des Queckſilbers umgekehrt. Rechnen wir alſo 30 Zoll für eine beſtändige Höhe, und 85 Fuß für die verlangte Höhe, auf welcher es um $\frac{1}{10}$ Zoll fällt, ſo rechnen wir: wie ſich der Logarithmus $\frac{1}{29,9}$ zu 85 verhält; eben ſo verhält ſich auch der Logarithmus von $\frac{1}{29,5}$ zu der Höhe, auf welcher es $\frac{1}{2}$ Zoll fällt: und ſo in allen übrigen Fällen.

24. Aus dieſem Grunde hat der Herr Nettleton die folgende Tabelle berechnet.

Tabelle,
aus welcher die Anzahl von Fußen erhellet, wie hoch nehmlich der Ort liegen muß, wenn das Queckſilber in der Röhre, auf eine gewiſſe Strecke von 30 Zoll herunter fallen ſoll, nebſt der Anzahl in Fußen, wie hoch man herunter ſteigen müſſe, wenn das Queckſilber von 30 bis 31 Zoll ſteigen ſoll.

Zolle.	Decim.	Fuß.	Dec.	Fuß.	Dec.	Fuß.	Dec.
31	0	834	79	28	4	1395	32
30	9	752	53	28	3	1485	13
30	8	670	01	28	2	1575	26
30	7	587	21	28	1	1665	70
30	6	504	15	28	0	1756	47
30	5	420	82	27	9	1847	55
30	4	337	21	27	8	1938	97
30	3	253	32	27	7	2030	72
30	2	169	10	27	6	2122	80
30	1	84	72	27	5	2215	21
30	0	00	00	27	4	2307	95
29	9	85	00	27	3	2401	02
29	8	170	29	27	2	2494	44
29	7	255	87	27	1	2588	20
29	6	341	73	27	0	2682	33
29	5	427	89	26	9	2776	80
29	4	514	34	26	8	2871	62
29	3	601	08	26	7	2966	79
29	2	688	11	26	6	3062	32
29	1	775	44	26	5	3158	21
29	0	863	08	26	4	3254	46
28	9	951	01	26	3	3351	07
28	8	1039	25	26	2	3448	05
28	7	1127	80	26	1	3545	41
28	6	1216	66	26	0	3643	14
28	5	1305	83				

Tabelle,
welche die Anzahl von Fußen zeigt, welche erfordert wird, wenn das Queckſilber um $\frac{1}{10}$ Zoll, von einer gewiſſen Höhe in der Röhre von 31 bis 26 Zoll herunter ſteigen ſoll.

Fuß.	Dec.	Fuß.	Dec.	Fuß.	Dec.	Fuß.	Dec.
31	0	82	26	28	4	89	81
30	9	82	53	28	3	90	13
30	8	82	79	28	2	90	45
30	7	83	06	28	1	90	67
30	6	83	33	28	0	91	09
30	5	83	61	27	9	91	42
30	4	83	89	27	8	91	75
30	3	84	16	27	7	92	08
30	2	84	44	27	6	92	41
30	1	84	72	27	5	92	74
30	0	85	00	27	4	93	07
29	9	85	29	27	3	93	41
29	8	85	58	27	2	93	76
29	7	85	86	27	1	94	12
29	6	86	16	27	0	94	47
29	5	86	45	26	9	94	82
29	4	86	74	26	8	95	17
29	3	87	03	26	7	95	53
29	2	87	33	26	6	95	89
29	1	87	63	26	5	96	25
29	0	87	93	26	4	96	61
28	9	88	24	26	3	96	98
28	8	88	55	26	2	97	36
28	7	88	86	26	1	97	73
28	6	89	17	26	0	98	10
28	5	89	49				

oder Federkraft der Luſt nennen; welche bey dem Verſuche mit einer aufgebleheten Blaſe, und verſchiedenen andern mit der Luftpumpe, deutlich genug in die Sinnen fällt. [LXXXVII.]

Wegen

[LXXXVII.] 1. Damit wir aber allhier einen klaren Begriff von derjenigen Kraft geben, mit welcher ſich die Lufttheilgen von einander entfernen, ſo müſſen wir folgendermaßen zu Werke gehen. Es ſeyn demnach in einer Strecke AB eine gewiſſe Anzahl ſolcher Theilgen gleich weit von einander entfernt, und in einer andern eben ſo großen Weite CD noch einmal ſo viel ſolcher Theilgen ebenfalls gleich weit von einander; ſo iſt klar, daß die Zwiſchenräumgen, zwiſchen den Theilgen in der Linie CD, nur halb ſo groß ſind, als zwiſchen denen in der Linie AB. Mithin verhält ſich die Anzahl derſelben, in den beyden gleich großen Entfernungen AB und CD, umgekehrt wie die Entfernungen dieſer Theilgen von einander. Oder, wenn wir ſagen, es ſey N = der Zahl der Theilgen, und I = der Entfernung zwiſchen ihnen; ſo verhält ſich N jederzeit wie $\frac{1}{I}$, wenn nehmlich von bloßen Längen die Rede iſt. Tab. XXVIII. Fig. 2.

2. Bey den Flächen aber, weil ſich dieſe wie die Quadrate ihrer Seiten verhalten, haben wir die Verhältniß wie N^2 zu $\frac{1}{I^2}$; auf gleiche Weiſe erhalten wir bey den Körpern, weil ſich dieſe wie die Cubi ihrer gleichnamigen Seiten verhalten, die Verhältniß N^3 zu $\frac{1}{I^3}$. N^2 aber iſt die Dichtigkeit auf den Oberflächen; und N^3 die Dichtigkeit der Körper: mithin verhält ſich die Dichtigkeit D einer Fläche von dieſer Art, wie $\frac{1}{I^2}$. Um dieſen Begrif noch deutlicher zu entwickeln; ſey ABC eine Fläche ſolcher Theilgen, welche einen Quadratzoll groß iſt, und DF ein Cubiczoll. Fig. 3.

3. Nun

Wegen der Federkraft der Luft, kann dieſer ihre Dichtigkeit, in verſchiedenen Entfernungen von der Oberfläche der Erde, nicht immer einerley ſeyn; weil die untern Theile derſelben, von der Schwere der auf ihnen liegenden, gedrückt werden, wodurch denn die Theilgen der erſtern immer

3. Nun wollen wir ſetzen, ein jedes dieſer Theilgen habe eine zurücktreibende Kraft und äußere dieſelbe gegen die übrigen nur einzig und allein, welche ihm am nächſten ſind; dieſe zurücktreibende Kraft F verhalte ſich umgekehrt, wie die Kraft n des Zwiſchenraums I, welcher ſich zwiſchen den Mittelpunkten zweyer ſolcher neben einander liegenden Theilgen befindet; das iſt, F verhält ſich wie $\frac{1}{I^n}$. Hieraus iſt nun klar, daß eine ſolche Menge von Theilgen ein elaſtiſches, oder federartiges, das iſt, ein ſolches Weſen ausmachen werde, welches, wenn es von einer äußern würkenden Kraft zuſammen gedrückt wird, dieſer Kraft, vermöge ſeines innerlichen Druckes des Zurücktreibens, gegen die erſtere Kraft eben ſo ſtark zurück drücken werde, als das elaſtiſche Weſen von derſelben gedrückt wird.

4. Nun verhält ſich aber die Kraft der Theile auf der Oberfläche, wie die Dichtigkeit D, und die zurücktreibende Kraft F zwiſchen zweyen Theilgen, wie das Product beyder in einander oder wie $D \times F$; D aber wie $\frac{1}{I^2}$, und F wie $\frac{1}{I^n}$; weswegen denn $D \times F = \frac{1}{I^2} \times \frac{1}{I^n} = \frac{1}{I^{n+2}}$, welches alſo die elaſtiſche Kraft des flüßigen Weſens ausdrückt. Nun iſt aber die Dichtigkeit D des flüßigen Weſens, in einem Cubiczolle, wie $\frac{1}{I^3}$: weswegen ſich denn I^3 D wie 1, I^3 wie $\frac{1}{D}$, und I wie $\frac{1}{\sqrt[3]{D^3}}$ verhält; welches, wenn

es

immer näher gebracht werden, und zwar beſtändig um deſto mehr, je größer das Gewicht der obern Luft iſt. Hieraus ſehen wir, daß die Dichtigkeit der Luft nahe an der Oberfläche der Erde am größeſten, weiter hinauf aber, in einer geometriſchen Verhältniß zu den Höhen in einer arith-

es für I in der Formel für die elaſtiſche Kraft $\frac{1}{1^{n+2}}$ ſubſtituiret wird, $D^{\frac{n+2}{3}}$ giebt; das iſt: die elaſtiſche, oder auch zuſammendrückende Kraft, verhält ſich wie die Cubicwurzel aus der Kraft der Dichtigkeit, deren Exponent $n+2$ iſt.

5. Iſt alſo E die elaſtiſche Kraft, und verhält ſich wie die Dichtigkeit D in einem flüßigen Weſen; ſo wird aus der allgemeinen Formel $D^{\frac{n+2}{3}}$, $E^{\frac{n+2}{3}}$: weswegen denn in dieſem Falle, da $\frac{n+2}{3} = 1$ iſt, $n+2 = 3$, und endlich $n = 1$ erhalten wird. Folglich verhält ſich bey einem ſolchen flüßigen Weſen, F wie $\frac{1}{I}$, oder: die Theilgen treiben einander mit einer Kraft zurück, welche ſich umgekehrt, wie die Entfernungen zwiſchen ihren Mittelpunkten, verhält. Dieſe Eigenſchaft hat alſo die Luft, deren Dichtigkeit ſich beſtändig wie die Kraft verhält, von welcher ſie zuſammen gedruckt wird: welches denn auch aus nachfolgendem Verſuche erhellet.

6. Man gieße in eine krumm gebogene Röhre ABCD, welche an beyden Enden offen iſt, ſo viel Queckſilber, daß es in beyden Schenkeln nur bis BC ſteht. Hierauf verſtopfe man die Oefnung D, entweder mit einem Pfropfe oder auf eine andere Weiſe, recht wohl; meſſe darauf die Höhe der eingeſchloſſenen Luft DC, und ſchütte in den andern Schenkel AB ſo lange Queckſilber, Tab. XXVIII. Fig. 4.

arithmethiſchen Progreßion, immer abnehmen müſſe. Nun hat man aber gefunden, daß die Luft in einer Entfernung von 7 Meilen über der Oberfläche der Erde, nur den vierten Theil ſo dicht iſt, als nahe über derſelben. Mithin verhält ſich die Dichtigkeit derſelben, in den Entfernungen

ber, bis ſeine Höhe über die Oberfläche CD derjenigen Höhe gleich iſt, bey welcher es in dem Barometer ſteht. So iſt klar, daß die Luft in dem kürzern Schenkel mit einer Kraft zuſammen gedrückt wird, welche doppelt ſo groß iſt, als vorher, da ſie den ganzen Raum CD einnahm; denn in dieſem Zuſtande wurde ſie nur durch die Schwere des Luftkreiſes zuſammen gedrückt; nunmehr aber drückt nicht nur eben dieſes Gewicht auf ſie, ſondern außer dieſem noch ein anders, welches ſo groß iſt, als die Schwere der Queckſilberſeule. Wir wollen daher annehmen, die Oberfläche des Queckſilbers CD ſey nunmehr bis E geſtiegen, und nachdem DE genau gemeſſen, ſo ſey der Raum, in welchen die Luft jetzt eingeſchloſſen iſt, genau die hälfte ſo groß gefunden, als der Raum CD, das iſt, $DE = \frac{1}{2} DC$.

7. Hieraus iſt nun klar, daß die Raume $S = DC$, und $s = DE$, welche eine gewiſſe Menge der Luft unter verſchiedenen Kräften des Druckes, welche wir p und P nennen wollen, einnimmt, ſich wie die Drucke verhalten, von welchen ſie herrühren, das iſt $S:s = P:p$. Und weil ſich die Dichtigkeiten d und D, wenn die Menge der Materie gegeben iſt (LV, 9.), wie die Größen der Körper verhalten, die ſie ausmachen, das iſt $d:D = s:S$; ſo verhalten ſich die Dichtigkeiten der Luft direct, wie die zuſammendrückenden Kräfte, oder $d:D = p:P$. Dieſe Eigenſchaft der Luft iſt derjenige Erkenntnißgrund, welchem wir die Entdeckung und Einrichtung vieler ſehr nützlichen Werkzeuge und Maſchinen zu danken haben: wovon ich einige gegenwärtig, andere aber in der Folge dieſes Werks, beſchreiben werde.

8. In

nungen von 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, u. ſ. f. Meilen, wie die Zahlen 4, 16, 64, 256, 1204, 4096, 16384, u. ſ. f.

Wäre aber die Luft durchgehens gleich dicht, ſo könnte die Höhe des Luftkreiſes leicht beſtimmt werden: denn durch Verſuche finden wir, daß eine

8. In der nächſt vorhergehenden Note haben wir geſehen, daß der Druck der Luft in dem Zuſtande einer mittelmäßigen Schwere, durch ihren Gegendruck eine Queckſilberſeule von $29\frac{1}{2}$ Zoll hoch erhalten kann. Auch haben wir (LXII.) gewieſen, daß ſich die eigentümliche Schwere des Queckſilbers zu eben dieſer Art der Schwere des Waſſers, wie 14 zu 1 beynahe verhalte. Mithin wird dieſer mittlere Druck der Luft eine Waſſerſeule halten, deren Höhe $14 \times 29,5 = 413$ Zoll = 34 Fuß 5 Zoll iſt. Weil aber das Queckſilber nicht vollkommen 14mal ſo ſchwer iſt, als das Waſſer, ſo können wir füglich 400 Zolle für das Maaß der mittlern Schwere der Luft auf das Waſſer, und 29,5 für das Queckſilber annehmen. Alsdenn iſt $DC : DE = P : 29,5$ in dem Queckſilber, oder $DC : DE = P : 400$ im Waſſer. Folglich $400\,DC = DE \times P$.

9. Ferner ſey die geſetzte Höhe H des Queckſilbers oder Waſſers = 29,5 oder 400, und die Höhe $FG = h$; ſo iſt $P = H + h$, und alsdenn erhalten wir, durch die vorhergehende Gleichung, die Proportion $S : s = H + h : H$, mithin $S : S - s = H : h$, oder $DE : EC = H : h$: folglich kann man, wenn DE oder CE gegeben ſind, auch die Höhe $h = FG$ finden. Es ſey z. E. $DC = 10$ Zoll, und man verlangte zu wiſſen, eine wie große Höhe das Waſſer FG durch ſeinen Druck die Oberfläche bey C einen Zoll hoch heben werde? ſo iſt $CE = 1$, $DE = 9$, und $H = 400$. Folglich $DE : CE = H : h$, das iſt, $9 : 1 = 400 : 44,4$; oder $FG = 44\frac{1}{2}$ Zolle beynahe, oder 3 Fuß $8\frac{1}{2}$ Zoll. Ferner, verlange man die Höhe FG zu wiſſen, welche die Oberfläche C, 9 Zolle, oder $\frac{9}{10}$ des Ganzen heben werde? So ſaget: wie

$1 : 9 =$

eine Luftſeule 72 Fuß hoch, eben ſo ſchwer ſey, als der Druck eines Cubiczoll Waſſers von gleicher Grundfläche. Mithin verhält ſich die Dichtigkeit der Luft zu der Dichtigkeit des Waſſers, wie 1 zu 864. Auf gleiche Weiſe hat man durch Verſuche ausgemacht, daß das Gewicht einer Luft-

1:9=400:3600 = FG, oder 300 Fuß: auf eben die Weiſe werden auch die Höhen für ein jedes 10 Theil des ganzen Raums DC gefunden, wie aus folgender Tabelle erhellet.

		Fuß.	Zolle.			Fuß.	Zolle.
1	—	3	8	6	—	50	0
2	—	8	4	7	—	77	9
3	—	14	2	8	—	133	4
4	—	22	1	9	—	300	0
5	—	33	4	$9\frac{1}{2}$	—	363	4

Tab. XXVIII. Fig. 5. 10. Hieraus hat man die Structur eines Inſtruments gefunden, mit welchem die Tiefen der See gemeſſen werden, und welches wir denen Herren Hales und Deſaguliers zu danken haben. Die Beſchreibung von demſelben iſt nachfolgende. AB iſt eine Flaſche, in welcher die Proberöhre F*f* in einem meſſingenen Deckel bey G gelöthet, das obere Ende F zugeblaſen, das untere *f* aber offen iſt, und in das Queckſilber bey C herunter geht, deſſen Oberfläche mit einer dünnen Lage von Theriack bedeckt iſt. Oben über der Flaſche iſt eine weitere meſſingene Röhre HG angeſchraubt, die verſchiedene Löcher hat, damit das Waſſer hindurch und in die Flaſche AB dringen kann. Der Körper K iſt ein Gewicht, welches mit ſeinem Stiele L in die Hülſe N paſſet, beſonders in den Einſchnitt *m*, in welchen der Haacken *l* von der Feder *ſ* gedruckt wird, durch das Loch L in den Stiel des Gewichts K greift, und es verhindert, daß es nicht heraus fällt, nachdem es angehängt iſt. Oben über der meſſingenen Röhre bey H, iſt eine große hohle Kugel I oder auch eine aufgeblehte Blaſe befeſtigt, welche aber nicht zu groß ſeyn darf, ſondern nur ſo groß, daß das Gewicht K

Luftſeule, welche ſo hoch iſt, als der Luftkreis, dem Gewichte einer Waſſerſeule gleiche, wenn dieſe 32 Fuß oder 384 Zoll hoch iſt und eben die Grundfläche hat. Multiplicirt man daher 864 in 384; ſo zeigt das Product 331776 die Anzahl von Zollen, oder etwas über 5 Meilen; welches wir

wicht K mit der ganzen Maſchine unter das Waſſer ſinken kann.

11. Nachdem nun dieſes Inſtrument erwehntermaaſſen eingerichtet iſt, ſo wird es auf folgende Art gebraucht. Wenn man das Gewicht K angehängt hat, ſo läßt man die ganze Maſchine in die Tiefe des Waſſers herunter bis auf den Grund ſinken. Die Hülſe N iſt etwas länger, als der Stiel L, weswegen denn, ſo bald das Gewicht K auf den Grund ſtößt, der obere Theil des Inſtruments ferner ſo weit herunter ſinkt, bis der untere Theil der Hülſe gegen das Gewicht ſtößt; worauf denn der Haacken aus dem Loche L ſpringt und das Gewicht K fahren läßt. So bald dieſes geſchehen iſt, ſo ſteigt die Kugel oder Blaſe I wieder in die Höhe, und zeigt ſich auf der Oberfläche des Waſſers.

12. So lange nun das Inſtrument unter Waſſer iſt, ſo kann dieſes ganz frey zu dem Theriack und Queckber in die Flaſche hinein laufen, es durch ſeine Schwere durch die Röhre F*f* in die Höhe drücken; und diejenige Höhe, zu welcher es durch den größten Druck (auf dem Grunde nehmlich), gelangt iſt, ſieht man an dem Merkmale in der Röhre, welches der Theriack zurück läßt, und welches denn die einzige Urſache iſt, weswegen man ihn gebraucht. Hieraus erhellet nun in einen wie engen Raum die geſamte Luft in der Röhre F*f* zuſammen gedrückt iſt. Mithin kann man nach der (No. 9.) angegebenen Regel, die Tiefe des Waſſers finden, von welcher der Druck herrührt, welches denn eben dasjenige iſt, was man verlangt.

13. Wenn die Röhre von Glaſe iſt, ſo kann man an der Seite derſelben mit der Spitze eines Demants eine Scala ſchneiden, um auf dieſer zu ſehen, wie hoch das Waſſer über dem Grunde ſteht; dieſe Scala aber muß

denn für die Höhe des Luftkreiſes annehmen könnten, wenn die Dichtigkeit allenthalben eben ſo groß wäre, als nahe über der Oberfläche der Erde.

Weil

nach den Zahlen der vorhergehenden Tabelle eingerichtet, und auf dieſelbe ſo wohl die Hunderttheilgen als Zehentheilgen getragen werden. Die Länge von 10 Zollen aber iſt nicht hinreichend, wenn man ſolche Stellen meſſen will, wo die See ſehr tief iſt: weil aus der Tabelle erhellet, daß, wenn auch alle Luft in der ganzen Röhre bis auf einen halben Zoll zuſammen gedruckt iſt, die Tiefe des Waſſers nicht mehr als 634 Fuß beträgt, welches noch nicht einmal eine viertel Meile iſt.

14. Brauchen wir, um dieſer Unvollkommenheit abzuhelfen, eine Röhre von 50 Zollen, welche der Stärke wegen, ein Flintenlauf ſeyn kann, und nehmen an, die Luft werde auf ein 100 Theil oder $\frac{1}{2}$ Zoll zuſammen gedrückt: ſo 1 : 99 = 400 : 39600 Zolle, oder 3300 Fuß; und dieſes iſt auch alsdenn nicht vielmehr, als eine halbe Meile oder 2640 Fuß. Weil wir aber wahrſcheinlicher Weiſe vermuthen müſſen, daß die Tiefen der See in einiger Verhältniß mit den Bergen und Thälern des feſten Landes ſtehen, von welchen einige der erſtern über eine Meile über den Horizont erhaben ſind; ſo hat Hr. Halley eine neue Art eines ſolchen Inſtrument, oder vielmehr nur dazu gehörige Röhre, ausgeſonnen, welche von nachfolgender Beſchaffenheit iſt. BCDF iſt eine hohle metallene Kugel, in welche oben eine lange Röhre AB hinein geht, die den neunten Theil ſo weit iſt, wie die Kugel. Unten bey D iſt eine kürzere DE feſt gemacht, welche in dem Queckſilber und Theriack ſteht. Die Luft, welche in dieſem Inſtrumente befindlich iſt, wird von dem Waſſer, wie vorher, zuſammen gedrückt; der Grad der Stärke der zuſammendrückenden Luft aber, oder die Höhe, auf welche der Theriack getrieben iſt, kann hier durch die Röhre nicht beobachtet werden. Um dieſes nun zu erhalten, läßt man einen zarten Stab Metall oder Holz, welcher oben einen Knopf hat, machen, und ſticht denſelben in die Röhre

Tab. XXVIII. Fig. 6.

AB

Weil ſie aber mit ihrem Drucke zugleich abnimmt, ſo wird ſie auch deſto geringer, je höher man hinauf kommt. Endlich aber, wird die Luft dergeſtalt dünne, daß ſie in einer ſehr großen

M 2 Höhe,

A B hinein: woran man denn das von dem Theriack gemachte Merkmal ſehen kann, wenn man den Stab heraus zieht.

15. Iſt die Röhre 50 Zolle lang, und ſo weit, daß jeder Zoll ihrer Länge einen Cubiczoll Luft enthält, und der Inhalt der Kugel, nebſt der Röhre zuſammen, 500 Cubiczolle ausmacht; ſo iſt klar, daß, wenn die Luft um den 100ten Theil des Ganzen zuſammen gedrückt wird, der Theriack nicht höher als 5 Zolle gegen den obern Theil der Röhre ſteigen werde: welches denn auf eben die Weiſe wie vorher zeigt, daß die Tiefe des Waſſers 3300 Fuß ſey. Eine doppelt ſo große Tiefe drückt alſo die Luft in einen halb ſo großen Raum zuſammen, nehmlich auf $2\frac{1}{2}$ Zolle, ſo, daß folglich das Waſſer 6600 Fuß, oder $1\frac{1}{4}$ Meile hoch ſteht. Die Hälfte des vorigen Raums, von $1\frac{1}{4}$ Zoll nehmlich, zeigt eine Tiefe von 13200 Fuß, oder $2\frac{1}{2}$ Meilen: welches denn wahrſcheinlicher maaßen wohl die größeſte Tiefe der See iſt.

16. Ein Inſtrument von dieſer Art wird in manchen Fällen gar nützlich ſeyn. Denn es kann dadurch die erſtaunende Gewalt, welche von dem Froſte herrührt, ziemlich genau gemeſſen werden. Man nehme daher eine Bombe oder hohle Kugel von gegoſſenem Eiſen, 8 Zolle im Durchmeſſer, und 1 dick, und fülle ſie mit Waſſer. Läßt man alsdenn eine zarte Röhre, etwan von der eben erwehnten Art, machen, ſie an einem Stabe befeſtigen, und ſetzt ſie gerade aufrecht in die Kugel hinein, ſo, daß ſie bis zu dem Mittelpunkte derſelben reicht; ſtopft alsdenn das Loch der Kugel recht feſt zu, und bedeckt ſie mit einer Materie rund umher, welche aus gleich vielem Salze und Schnee oder geſchabtem, oder zerſtoßenem Eiſe beſteht: ſo friert das Waſſer inwendig an der Seite der Kugel rund umher, und

drückt

Höhe, ſo lange abnimmt, bis ſie zu einem vollkommenen Aether wird. Ob wir aber gleich die eigentliche Atmoſphäre nicht genau angeben können; ſo hat man doch aus Beobachtungen und angeſtellten Verſuchen ſo viel gefunden, daß 45 oder 50 Meilen, die äußerſte Höhe ſey, in welcher ihre Dichtigkeit noch vermögend iſt, einen **Lichtſtrahl von ſeiner geraden Linie zur Seite zu biegen.** Weswegen wir denn dieſe Höhe der

drückt vermöge ihrer ausdehnenden Kraft ungleich ſtärker auf das Waſſer, als die äußere Luft oder auf irgend eine andere Art, die uns nur bekannt iſt. Dieſer von dem Froſte herrührende Druck wird auch ſo lange anhalten, bis die Kugel gar zerſprengt iſt; wenn man die Röhre aus der Kugelſchale des Eiſes heraus gezogen, und das Loch der Kugel recht feſt zugeſtopft hat (denn das Waſſer friert nur an der äußern Seite innerhalb der Kugel): woraus man denn die von dem Froſte herrührende drückende Kraft genau bemerken und meſſen kann.

17. Herr Hales, welcher der Erfinder von dieſem Verfahren iſt, hat den Verſuch würklich gemacht; weil er aber die Röhre nicht wohl verwahrt hatte, ſo zerbrach ſie; als er nun die Kraft berechnete, welche erfordert wurde, eine ſolche Kugel von einem Zolle dick ganz zu zerſprengen, ſo fand er dieſelbe ohngefehr 1340mal ſo ſtark, als den Druck der äußern Luft von 33 Fuß Waſſer am Gewicht. Bey dieſer Berechnung aber hat er angenommen, daß die Kraft des Zuſammenhangs zwiſchen dem gegoſſenen Eiſen eben eben ſo ſtark ſey, wie bey einem eiſernen Drathe; weil aber jene Kraft merklich geringer ſeyn muß, als dieſe, ſo kann man für 1340 füglich 1000 annehmen. Daß alſo die Luft in einen 1000mal kleinern Raum zuſammen gedrückt werden muß, als welchen ſie in ihrem natürlichen Zuſtande einnimmt; weswegen ſie denn in dieſem Falle dichter ſeyn muß, als das Waſſer: denn dieſes ſeine Dichtigkeit verhält ſich zu der Dichtigkeit der äußern Luft,

der Luft für diejenige halten müſſen, welche den letzten merklichen Grad der Dichtigkeit hat. [LXXXVIII.]

Luft, wie 1000 zu 1; dahingegen die Dichtigkeit des Waſſers zu der Dichtigkeit dieſer, wie 860 zu 1.

18. Auf eben die Weiſe kann man verſuchen, wie ſtark die ausdehnende Kraft der Luft trockener Erbſen, Bohnen u. d. gl. ſey, wenn man ſie mit Waſſer, oder einem andern flüßigen Weſen vermiſcht, und die Vermiſchung auf eben die Weiſe in eine Kugel einſchließt. Hierzu aber wird ſchon ein ziemlich ſtarkes Gefäß erfordert: denn man hat durch angeſtellte Verſuche gefunden, daß dergleichen Gewächſe, wenn ſie quellen, ſchon vermögend ſind, einen Flintenlauf zu zerſprengen. Auf eben die Weiſe kann auch die elaſtiſche Kraſt der durch die Gährung der Körper erzeugten künſtlichen Luft, auf eine ſehr genaue und angenehme Art beſtimmt werden; nebſt vielen andern dergleichen Dingen mehr, welche aber derjenige witzige Leſer, welcher an ſolchen Dingen ein Vergnügen findet, ſelbſt leicht ausſinnen wird.

[LXXXVIII.] 1. Die Dichtigkeit der Luft ſowohl als deren Dünne oder Zartheit, haben indeſſen beyde ihre gewiſſe Grenzen: denn keine Verdickung der Materie in den Körpern überhaupt kann ſich ſo weit erſtrecken, daß die Beſtandtheilgen der Materie durchdringlich werden ſollten; mithin ſind die äußerſten Grenzen der Verdickung der durchgehens mit Materie angefüllete Raum, oder, wenn eine gewiſſe Quantität Luft (wenn von dieſer die Rede iſt,) dergeſtalt zuſammen gepreßt wird, daß zwiſchen ihren Theilgen durchaus kein Zwiſchenraum mehr iſt; welcher Grad der Dichtigkeit aber bisher noch durch niemandes Kunſt ſo wenig erhalten worden iſt, als erhalten werden wird.

2. Auf der andern Seite kann die Dünnigkeit der Luft eben ſo wenig unendlich ſeyn, ſondern ſie hat ihre beſtimmten Grenzen von ihrer Schwere. Denn, obgleich die Dichtigkeit derſelben immer abnimmt, je größer man die Entfernung von der Erde annimmt; ſo muß doch ihre Federkraft endlich ſo ſchwach werden,

Weil nun die Schwere der Luft ſo verſchieden iſt, daß ſie zu einer Zeit in dem Barometer eine Queckſilberſeule von 31 Zollen hoch erhalten kann, zu

daß die Kraft, vermittelſt welcher die Theilgen von denen nächſt unter ihnen liegenden in die Höhe ſteigen, geringer iſt, als die Kraft der Schwere, mit welcher ſie unterwerts drücken. Mithin muß die Dünnigkeit der Luft da aufhören, wo dieſe beyden Kräfte gleich ſind *.

3. Ob

* Was dieſen Gedanken anlangt, ſo darf man denſelben ja nicht zu weit ausdehnen. Der Herr Verfaſſer redet hier blos von der äußern Luft und deren natürlichen Zuſtande, beſonders in dem Luftkreiſe, in welchem unten nahe über der Erde die Luft am dickſten, wo der Luftkreis aber zu Ende, am dünneſten iſt. Was er aber von deren Dichtigkeit eben vorher N. 1 ſagt, ſcheint er von der abſoluten Dichtigkeit verſtehen zu wollen: weil er dieſe aus dem Grunde richtig beweiſt, daß dieſe Dichtigkeit alsdenn keinen höhern Grad mehr erreichen kann, wenn die Theilchen der Luft ſchon dergeſtalt zuſammen gepreßt ſind, daß durchaus kein Raum mehr zwiſchen ihnen iſt: da denn freylich kein höherer Grad der Dichtigkeit möglich iſt; weil ſonſt die Theilgen in einander dringen müßten; welches aber ihrer Natur widerſpricht, vermöge welcher ſie an und vor ſich ſelbſt undurchdringlich ſind. Warum ſollte man aber nicht ſagen, daß in dieſem Falle, da die Theilgen gar keinen Zwiſchenraum mehr hätten, ihre Dichtigkeit unendlich wäre und ihre widerſtehende Kraft eben ſowohl; weil keine Kraft überhaupt vermögend iſt, etwas wider ſie auszurichten, oder die Theilgen in einen noch engern Raum zu bringen? Was ferner die abſolute Dünnigkeit der Luft anlangt, ſo iſt eben ſo wenig einzuſehen, weswegen man derſelben unnöthige Grenzen ſetzen ſollte: weil uns nichts hindert, ſich den Raum einer gewiſſen Quantität der äußern Luft, wenigſtens immer größer zu denken. Unendlich groß können wir denſelben zwar nicht machen: wie ſolches aus Verſu-

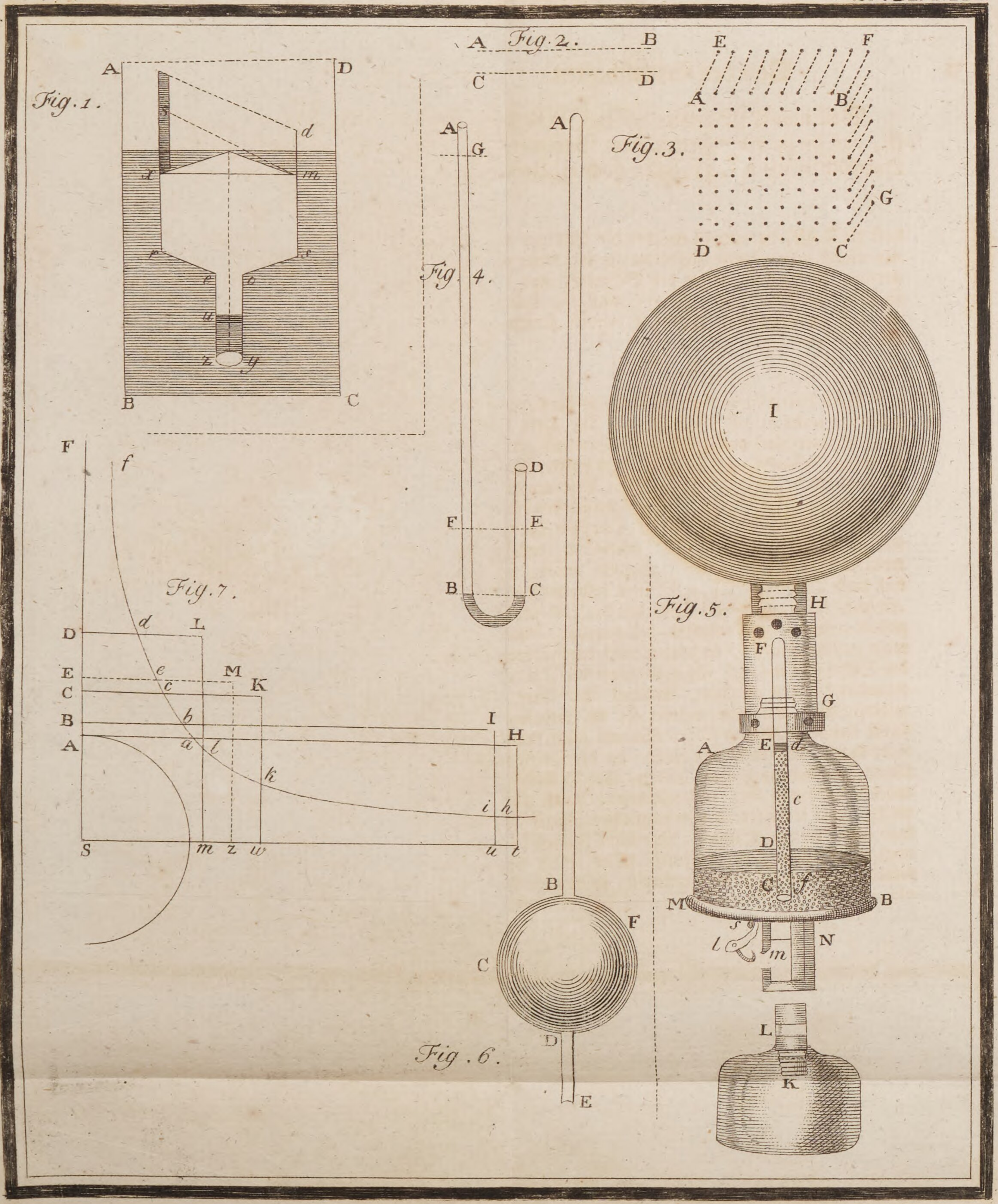


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

zu einer andern aber nur eine von 28 Zollen; ſo folgt, daß wir füglich $29\frac{1}{2}$ Zolle Queckſilber für die mittlere Höhe, mithin dieſes Gewicht zu-

M 4 gleich

3. Ob es nun gleich nicht möglich iſt, die Grenzen des Luftkreiſes zu beſtimmen, oder wie hoch ſie eigentlich ſeyn, ſo können wir doch ausfindig machen, um wie viel ſie in einigen Oertern über der Erdoberfläche dünner ſey, als in andern. Hierzu hat man verſchiedene Verfahren angegeben; von welchen aber einige zu verdrießlich und zu vielen Schwürigkeiten, ſie einmal zu verſtehen, ausgeſetzt ſind. Mithin werde ich allhier nur blos des Herrn Newton Aufgabe erklären, wie er die verſchiedenen Dichtigkeiten der Luft beſtimmt; weil dieſelbe ſehr kurz und deutlich iſt. Denn er darf nur zwo verſchiedene Dichtigkeiten der Luft, in zween über der Erdoberfläche ungleich erhabenen Oertern wiſſen; welche man aber durch folgenden Verſuch leicht erhalten kann.

Tab. XXIX. Fig. 1.

4. Man nimmt eine kleine Flaſche AEFB, füllet ſie auf $\frac{2}{3}$ bis CD mit Waſſer; ſetzt eine lange an beyden Enden offene Röhre IG hinein, und kittet ſie an der Flaſche bey AB dergeſtalt feſt, daß nichts von der innern Luft heraus dringen kann. Nachdem dieſes geſchehen iſt, ſo bläſt man durch die Röhre ein wenig Luft in die Flaſche; wodurch denn die Federkraft der

innern

Verſuchen mit der Luftpumpe erhellet, da es immer ſchwerer wird, einen luftleeren Raum zu machen, je näher wir demſelben kommen. Auf der andern Seite aber dürfen wir nicht ſagen, daß die Dünnigkeit der Luft überhaupt endlich ſey: weil man ſogar in den Verſuchen mit der Luftpumpe, immer noch vollkommener Verfahren angeben kann, wodurch die Luft ſowohl in einen größern als kleinern gebracht wird, als alle diejenigen ſind, die man bisher angewendet hat. Aus welchem allen denn erhellet: daß die abſolute Dichtigkeit und Dünnigkeit der Luft beyde gleich unendlich ſind: und jene nichts anders ſey, als wenn der Raum der Luft gegen den Raum derſelben in ihrem natürlichen Zuſtande unendlich klein, dieſe aber, wenn er gegen eben denſelben unendlich groß iſt.

gleich als die mittlere Schwere einer Luftſeule von eben der Grundfläche annehmen können. Eine Queckſilberſeule nun, deren Grundfläche 1 Quadratzoll,

innern Luft vermehrt wird, ſo, daß die Waſſerſeule in der Röhre bey H dergeſtalt ſteigt, daß das Gewicht dieſer Waſſerſeule nebſt dem Drucke einer Seule der äußern Luft auf die Oberfläche, der erwehnten Waſſerſeule in der Röhre, ſo ſtark iſt, wie die vermehrte Federkraft der eingeſchloſſenen Luft.

5. Nachdem nun das Inſtrument mit ſeiner Röhre auf dieſe Weiſe eingerichtet iſt, ſo bringt man es oben auf den Turm, den Berg oder einen andern erhabenen Ort. So wie es nun immer höher gebracht wird, ſo nimmt auch die Höhe der Luftſeule, welche auf das Waſſer bey H drückt, beſtändig ab; wodurch denn ihr Druck ebenfalls vermindert wird. Mithin muß die in der Flaſche in einen engern Raum gebrachte Luft, die Waſſerſeule immer weiter zu heben beginnen; ſo, daß, wenn man ohngefehr 72 Fuß hoch gekommen, das Waſſer in der Röhre von H bis L durch einen Raum von 1 Zolle geſtiegen iſt; und ſo fort für eine jedwede andere Höhe nach Proportion, wie ich ſolches ſo oft alſo gefunden, als ich den Verſuch angeſtellt habe.

6. Hieraus erhellet, daß eine Waſſerſeule, deren Höhe 1 Zoll iſt, einer Luftſeule von eben der Grundfläche, deren Höhe aber 72 Fuß, oder 864 Zolle beträgt, das Gleichgewicht halte. Weswegen ſich denn die Schwere der Luft zu der Schwere des Waſſers, wie 1 zu 864, oder wie ſie Herr Newton angenommen hat, wie 1 zu 860 verhält. Weil ſich nun die Schwere des Waſſers zu der Schwere des Queckſilbers, wie 1 zu 14 verhält; ſo verhält ſich die Schwere der Luft zu der Schwere des Queckſilbers, wie 1 zu $860 \times 14 = 12040$; da nun die Höhe des Queckſilbers, welches von der Luft in dem Barometer unterſtützt wird, 2,5 Fuß iſt; ſo rechnen wir: $1 : 12040 = 2{,}5 : 2{,}5 \times 1{,}2040 = 30100$ Fuß. Und ſo hoch würde die Höhe der Atmoſphäre ſeyn, wenn die Luft allenthalben ſo dicht wäre, wie nahe bey der Erdoberfläche; welche Höhe denn ohngefehr $5\frac{3}{4}$ Meilen beträgt.

7. Weil

dratzoll, die Höhe aber $29\frac{1}{2}$ deren beträgt, wägt ohngefehr 15 lb., welches denn auch der Druck auf jeglichen Quadratzoll iſt; mithin kommt auf
M 5 jeden

7. Weil ſie aber allenthalben nicht gleich dicht iſt, ſo müſſen wir auf eine andere Art denken, ihre Höhe zu entdecken, welche wir denn auch bald angeben werden. So wie nun die Dichtigkeit der Luft beſtändig abnimmt, wie die Entfernung von der Erdoberfläche größer wird, ſo wollen wir auch zeigen, wie ſich die Verhältniß ihrer Dichtigkeit auf einer gewiſſen Höhe, zu ihrer Dichtigkeit der neben der Erdoberfläche verhält. Verhalten ſich alſo die Dichtigkeiten, wie die zuſammendrückenden Kräfte, und dieſe wie die Höhe der oben liegenden Luftſeule; ſo iſt klar, daß, weil ſich die Schwere des Waſſers zu der Schwere des Queckſilbers wie 1 zu 14 verhält, die Luft, welche eine Queckſilberſeule von 2,33 Fuß unterſtützt, eine Waſſerſeule von 33 Fuß erhalten werde. Weswegen denn die Dichtigkeit neben der Erdoberfläche wie 33 iſt.

8. Weil ferner eine Höhe von 860 Fuß Luft ſo ſchwer wägt, als 1 Fuß Waſſer, ſo muß die Luft, wenn ſie beſtändig gleich dicht wäre, in einer Höhe von 860 Fuß über der Erde, 32 Fuß Waſſer erhalten. Mithin iſt auf einer Höhe von 860 Fuß, die Dichtigkeit der Luft 32.

9. Hieraus kann man die Dichtigkeit für eine jedwede andere Höhe, vermöge der Hyperbel *faih*, und ihrer Aſymptoten SF und S*t* leicht finden, wenn S der Mittelpunkt der Erde, und A ihre Oberfläche iſt. Denn, wenn wir den Halbmeſſer der Erde SA = 4000 englischen Meilen beynahe, oder 21120000 Fuß ſetzen; AB = 860 Fuß; und man verlangt die Dichtigkeit der Luft für eine andere Höhe AC = 7 Meilen, oder 36960 Fußen: ſo richte man in den Punkten A, B, C die Perpendicularlinien AH, BI, CK auf, welche in der Länge angenommen werden müſſen, als es die Dichtigkeiten der Luft in den Punkten A, B, C erfordern; das iſt, wenn wir ſetzen AH : BI = 33 : 32, AH : CK = 32 : *x*; und von den Punkten HI muß man die Perpendicularlinien H*t* und I*u* ziehen. Tab. XXVIII. Fig. 7.

10. Es

jeden Quadratfuß 2160 lb.. Wenn wir nun $14\frac{1}{2}$ Quadratfuß für die Oberfläche einer Perſon von

10. Es ſey demnach $SA = Aa = r$, $SB = a$, $SC = b$, und $SB : SA = Aa : Bb = \frac{rr}{a}$; ſo iſt $Cc = \frac{rr}{b}$; $Aa = Bb = \frac{ar - rr}{a}$, und $Aa - Cc = \frac{br - rr}{b}$. Wenn nun $m:n = 33:32 = AH : BI$; ſo verhält ſich, (vermöge der Natur der Hyperbel,) der Inhalt $thiu$, wie der Logarithmus von $\frac{St}{Su}$, und der Inhalt $thkw$ wie der Logarithmus $\frac{St}{Sw}$; oder der Inhalt $thiu : thkw = L.\frac{m}{n} : L.\frac{m}{x}$. Es iſt aber (NEWT. *princ. Lib. II. in Coroll. ad Prop. XXII.*) $thiu : thkw = Aa - Bb : Aa - Cc = \frac{ar - rr}{a} : \frac{br - rr}{b} = \frac{a - r}{a} : \frac{b - r}{b}$.

11. Weil nun $a - r = AB = 860$, und $b - r = AC = 36960$, ſo haben wir $\frac{860}{21120000} : \frac{36960}{21156960} = L.\frac{m}{n} : L.\frac{m}{x}$; daher $L.\frac{m}{x} = 0{,}573190$; und $L.m - L.x = 0{,}573190$; mithin $L.m - 0{,}573190 = L.x = 0{,}945324$, vor welchen die zugehörige Zahl $8{,}817 = x = CK =$ der verlangten Dichtigkeit iſt. Oder: die Dichtigkeit bey A verhält ſich zu der bey C, wie AH zu CK, oder wie 33 zu 8,817, welches beynahe wie 4 zu 1 iſt.

12. Aus der Natür der Hyperbel iſt ferner klar, daß die Dichtigkeiten m, n, x in einer geometriſchen Progreßion ſind. Dieſes aber allgemeiner zu zeigen, ſey

von mittelmäßiger Größe annehmen; ſo hat dieſelbe einen Druck von 31320 Pfunden, oder 14 Ton-

ſey SC = x eine veränderliche Entfernung, und ihr Differenziale = dx, die Dichtigkeit CK = y, die zuſammendrückende Kraft in einer Höhe von C, = v, und die Kraft der Schwere = g. So iſt in dieſem Punkte die Schwere der Luft gy: denn ſie verhält ſich, wie die Dichtigkeit y, wenn die Schwere g gegeben iſt, und wie die Schwere g, wenn die Dichtigkeit y gegeben, oder eine bekannte Größe iſt; im Falle aber keine von beyden bekannt iſt, wie das Produkt beyder.

13. Weil das ganze Gewicht oder der Druck einer Seule von einem durchaus gleichförmigen flüßigen Weſen, und welches durchgehens gleich dicht iſt, ſich wie das Produkt der eigentümlichen Schwere der Materie in ihre Größe verhält (N. LV. 10.), und wenn die Grundfläche gleich iſt, wie das Produkt aus der gedachten Schwere in die Höhe; folglich das Differenziale hiervon wie das Produkt aus der eigentümlichen Schwere in das Differenziale der Höhe: ſo iſt $gydx = - dv$: weil man die Dichtigkeit der Luft in einem ſo kleinen Raume wie CE, als durchgehens einförmig anſehen kann; und der Druck auf eben die Weiſe abnimmt, wie die Höhe x zunimmt; ſo müſſen wir das Differenziale von v negativ, oder $- dv$ ſetzen.

14. Verhält ſich nun die Schwere g, wie $\frac{1}{x^m}$, und die Dichtigkeit y, wie eine gewiſſe Potenz n der zuſammendrückenden Kraft v, nehmlich $y : v^n$; ſo iſt $v : y^{\frac{1}{n}}$; und, wenn wir dieſes differenziiren, $\frac{1}{y} y^{\frac{1-n}{n}} dy = dv$. Wenn man nun in die Stelle von g und dv ihre Werthe in der Gleichung $gydx = - dv$ ſubſtituirt, ſo erhält man $\frac{1}{n} y^{\frac{1-n}{n}} dx = \frac{-dx}{x^m}$.

15. Setzen

14 Tonnen auszuſtehen, wenn auch die Luft nur eine mittelmäßige Schwere hat. Welche große
Gewalt

15. Setzen wir $n = 1$, das iſt, verhält ſich die Dichtigkeit wie die zuſammendrückende Kraft; ſo haben wir $\frac{dy}{y} = \frac{-dx}{x^m}$. Weil nun alle Glieder der arithmetiſchen Progreſſion $x, x+a, x+2a, x+3a$, einerley Differenziale, nehmlich dx haben; ſo folgt, daß, wenn man ſtatt des Ausdruckes $\frac{1}{x^{m-1}}$ eine ſolche Progreſſion annimmt, deren Differenzialen $\frac{-m-1 \times dx}{x^m}$ oder $\frac{-dx}{x^m}$ auch alle einander gleich, oder beſtändige Gröſſen ſeyn werden. Mithin können wir $\frac{dy}{y} = \frac{-dx}{x^m} = 1$ ſetzen; folglich $dy:y$, das iſt, die Differenzialen der Dichtigkeiten verhalten ſich, wie dieſe Dichtigkeiten ſelbſt; welche daher, wie aus der Theorie der Differenzialgröſſen bekannt iſt, in einer geometriſchen Progreſſion ſind.

16. Wenn wir bey dieſer Vorausſetzung $m = 1$, das iſt, die Schwere durchgehens einförmig, gegeben, oder beſtändig annehmen; ſo iſt $\frac{dy}{y} = \frac{-dx}{x}$. Nehmen wir aber nunmehro $\frac{-dx}{x}$ als beſtändig an, oder als $dx:x$, ſo ſind die Entfernungen x in einer geometriſchen Progreſſion; und ſo haben wir in dieſem Falle $\frac{dy}{y}$ ebenfalls $= 1$, oder $dy:y$; weswegen denn die Dichtigkeiten y gleichmäßig in einer geometriſchen Verhältniß ſind.

17. Das

Gewalt uns in einen ſehr engen Raum zuſammen drücken würde, wenn dieſer Druck nicht von allen Seiten

17. Das Integrale der vorhergehenden Differenzialgleichung $\frac{1}{n} y^{\frac{1-2n}{n}} dy = \frac{-dx}{x^m}$, iſt alſo $\frac{1}{1-n} y^{\frac{1-n}{n}} = \frac{-1}{m-1} x^{1-m} + Q$, eine beſtändige Gröſſe. Aus dieſer aber iſt klar, daß n nicht $= o$ ſeyn könne; weil ſonſt $y^{\frac{1}{0}}$ = einer unendlichen Größe wäre; eben ſo wenig kann $m = 1$ ſeyn, weil alsdenn $x^{1-m}x^0 = 1$, und die Dichtigkeit allenthalben einförmig oder eine beſtändige Gröſſe wäre. Auch kann n nicht $= 1$ ſeyn: denn ſonſt wäre $y^{\frac{1-n}{n}} = y^{\frac{0}{n}} = o$. Wollen wir alſo den Werth für Q finden, ſo müſſen wir erſt die Höhe SF beſtimmen, wo die Dichtigkeit verſchwindet, oder $y = 0$ wird; und wenn wir ſie a = SF nennen; ſo haben wir $Q = \frac{-1}{m-1} a^{1-m}$; und hieraus $\frac{1}{1-n} y^{\frac{1-n}{n}} = \frac{a^{1-m} - x^{1-m}}{m-1}$; woraus denn erhellet, daß $\frac{1-n}{n}$ eine poſitive Zahl und weniger als 1 ſeyn müſſe, damit, wenn die Entfernungen x zunehmen, die Dichtigkeiten y abnehmen.

18. Wird diejenige Höhe, auf welcher die Dichtigkeit y verſchwindet, unendlich groß angenommen, ſo iſt $Q = o$, und die Gleichung iſt $\frac{1}{1-n} y^{\frac{1-n}{n}} = \frac{1}{m-1} x^{1-m}$. Denn, wenn in dieſer Gleichung (N. 17.)

y und

Seiten gleich ſtark wäre, und durch die Gegen-
wär-

$y = o$, und x unendlich groß angenommen wird; ſo iſt $\frac{a^{1-m}}{m-1} - \frac{x^{1-m}}{m-1} = o$; folglich $\frac{a^{1-m}}{m-1} = \frac{x^{1-m}}{m-1}$, und folglich $a = x =$ einer unendlichen Größe: welches dem widerſpricht, was wir vorher angenommen haben.

19. Verhält ſich nun die Schwere umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen, oder es iſt $m = 2$, ſo erhalten wir ſtatt $\frac{1}{1-n} y^{\frac{1-n}{n}} = \frac{1}{m-1} x^{1-m}$, die Gleichung $\frac{1}{1-n} y^{\frac{1-n}{n}} = \frac{1}{x}$; weswegen ſich denn y umgekehrt wie $x^{\frac{n}{1-n}}$ verhält: welches alſo eine allgemeine Formel der angenommenen Verhältniß der zuſammendrückenden Kraft zu der Dichtigkeit iſt. Nehmen wir alſo die zuſammendrückende Kraft in der zuſammen geſetzten Verhältniß der Dichtigkeit, das iſt, $y^2 : v$ an; ſo erhalten wir $y = \sqrt{v}$, und $n = \frac{1}{2}$. Mithin $\frac{n}{1-n} = 1$: weswegen ſich denn y umgekehrt wie x verhält. Woraus alle diejenigen Fälle, welche Herr Newton in ſeinen *Principiis etc. Libr. I. Schol. ad Prop. XXII.* entwickelt hat, nebſt mehrern andern, nach Belieben, hergeleitet werden können.

20. Weil die Dichtigkeit der Luft bis auf eine ſehr große Strecke von dem Erdboden abnimmt, welche nicht angegeben werden kann, ſo laſſen ſich auch die Grenzen der Luftkugel nicht genau beſtimmen, ſondern ſie wird immer nach und nach ſo lange dünner, bis ſie in einen vollkommenen Aether, oder Himmelluft, wie ſie öfters alſo genennet wird, ausartet. Da es nun eine ihrer vornehmſten Würkungen iſt, daß ſie die Licht-
ſtrah-

würkung der Federkraft in unſern Körpern derſelben

ſtrahlen zur Seite biegt, und weil die Lufttheilgen die allerkleinſten Körper ſind, die wir in der Natur kennen; ſo geſchiehet es nicht ohne Grund, wenn wir die Grenzen der Luftkugel da annehmen, wo ſie die allerletzte Kraft der Strahlenbrechung äußert.

21. Ihre Höhe aber zu entdecken, gehen wir folgendermaaßen zu Werke. ADF ſey die Oberfläche der Erde, S die Sonne unter dem Horizonte, SB ein Lichtſtrahl, welcher die Erde berührt, und durch ein Lufttheilgen, in der oberſten Gegend B der Horizontallinie BA, nach dem Zuſchauer A gebogen wird. So iſt der Winkel SBN in dieſem Falle die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte; welcher, weil in dieſem Augenblicke die Dämmerung anhebt und ſich endigt, durch die Beobachtungen ohngefehr 18 Grade gefunden worden iſt. Weil nun BA ebenfalls eine Tangente iſt, ſo beträgt der Winkel ACD = SBN ebenfalls 18 Grade; und der Winkel ACB iſt = $\frac{1}{2}$ ACD = 9 Graden: welches genau alſo wäre, wenn der Strahl SB durch die Luftkugel gienge, ohne zur Seite gebogen zu werden. Weil dieſes aber nicht iſt, ſondern der Strahl H gebogen wird; ſo muß der Winkel ACB, durch die horizontale Biegung, welche ohngefähr einen halben Grad beträgt, vermindert werden: weswegen denn der Winkel ACB = 8°30′ wird. Tab. XXIX. Fig. 2.

22. Mithin ſind in dem rechtwinklichten Dreyecke ACB, alle Winkel nebſt einer Seite (nehmlich AC = 4000 Meilen für den Halbmeſſer der Erde) gegeben; daher können wir die Seite BC folgendermaaßen finden, wenn wir rechnen:

wie ſich der Sinus des Winkels	ABC	=81°30′	=9,995203
zu der Seite	AC	=4000	=3,602060
verhält; eben ſo verhält ſich der Halbmeſſer		=90°	=10,000000
zu der Seit BC		=4044$\frac{1}{2}$	=3,606857.

Weswegen denn BC—HC = HB = 44$\frac{1}{2}$ Meile für die verlangte Höhe des Luftkreiſes kommt.

ben nicht das Gleichgewicht gehalten würde. [LXXXIX].

Die

[LXXXIX.] 1. Weil nun ein Cubiczoll Queckſilber beynahe 8,1 Unzen Averdupois wägt, ſo wird eine Queckſilberſeule, deren Grundfläche 1 Qudratzoll iſt, und

			lb.	Unz.	
die Höhe	28	Zolle,	14	3	beynahe wägen.
	29½		14	14	
	31		15	11	

2. Daß alſo die Luft, wenn ihre Schwehre nur von einer mittelmäßigen Beſchaffenheit iſt, 15 lb Druck auf jedweden Quadratzoll macht; mithin auf jeden Quadratfuß deren 2160 lb, und 2160 × 14,5 = 31320 lb, oder beynahe 14 Tonnen für den Druck derſelben auf den Körper einer Perſon von mäßiger Größe kommt. Iſt die Luft am leichteſten, ſo beträgt dieſer Druck 13½ Tonnen; wenn ſie aber am ſchwerſten iſt, deren 14,3; weswegen denn der Unterſcheid 1,1 Tonne, und das ganze Gewicht, mit welchem wir zu einer Zeit mehr, als zu einer andern gedruckt werden, 2464 lb. iſt.

3. Dieſer große Unterſcheid des Druckes auf unſern Körper müßte uns zu deſſen Bewegungen zu gewiſſen Zeiten nothwendig, und in Beziehung auf unſere Geſundheit ebenfalls, ſehr hinderlich und nachtheilig ſeyn. Denn, wenn jemand z. E. einen ſchweren Odem hätte, ſo würde ihm das Uebel bey zunehmender Leichtigkeit der Luft, empfindlicher und beſchwerlicher ſeyn: denn weil eine reine, dicke, elaſtiſche und ziemlich ſchwere Luft allein vermögend iſt, die Lungen bey dem Odemholen auszudehnen, ſo hat ſie auch wegen ihrer geringern Schwere, und weil ſie nicht ſo ſtark zuſammen gedrückt iſt, auch keine ſo ſtarke Federkraft. Mithin kann ſie auch die Lungen nicht gehörig ausdehnen: weswegen denn der Schwächliche, welcher mit dieſem Uebel des ſchweren Odemholens ohne dem behaftet iſt, daſſelbe merklich ſtärker empfinden muß.

4. Fer-

Die Schwere der Luft iſt durch ſehr viele beſonders artige Verſuche dargethan worden, von welchen die vornehmſten nachfolgende ſind.

1) Hat

4. Ferner iſt die Urſache, weswegen wir alsdenn gemeiniglich glauben, daß die Luft am leichteſten ſey, wenn ſie gleich würklich am ſchwerſten iſt, dieſe: weil zu der Zeit durch ihren ſtärkern Druck die Fiebern und Nerven ſtärker zuſammen gezogen werden, und den gehörigen Ton erhalten, weswegen denn alle Blutgefäße mit ihrer völligen und natürlichen Stärke würken. Mithin erhalten auch die flüßigen Theile diejenige Geſchwindigkeit und Kraft, die ſie haben müſſen, wenn Verſtopfungen in den zarten Gefäßen verhindert und überwunden werden ſollen. Folglich befinden wir uns bey einem hurtigen Umlaufe der flüßigen Theile, und dem Zuſammendrücken der feſten, gemeiniglich ſehr munter, hurtig, leicht, und glauben daher, daß die Luft von eben dieſer Beſchaffenheit ſey.

5. Wenn dahingegen dieſer Druck beynahe um 2500 lb. abnimmt, ſo werden die Fiebern ſchlaff, die zuſammenziehende Kraft der Gefäße vermindert; woraus denn ein ſchwacher Umlauf, Verſtopfungen, Verſchleimungen u. d. gl. und hieraus ferner Fiebers und andere Krankheiten mehr, bey einigen erfolgen. Ueberhaupt aber äußert ſich gemeiniglich eine gewiſſe Unempfindlichkeit, Trägheit, Schwermüthigkeit; und wir glauben, dieſe Zufälle rühren von der Schwere der Luft zu einer Zeit her, da ſie doch eben am leichteſten iſt.

6. Verlangt man überhaupt die Schwere des ganzen Luftkreiſes über der Erdoberfläche zu wiſſen, ſo geht man nachfolgendermaaßen zu Werke. Es ſey der Durchmeſſer der Erde = 8000 Meilen, ſo iſt der Inhalt des größten Cirkels $8000 \times 8000 \times 0,7854 = 50266400$ Quadratmeilen, welche, wenn ſie in 4 multiplicirt werden, 201065600 Quadratmeilen für die ganze Oberfläche der Erde giebt. Weil wir aber ihren Durchmeſſer ein wenig zu groß angenommen haben, ſo wollen wir für dieſe Zahl 200,000,000 für die Anzahl von Quadratmeilen der Erdoberfläche annehmen.

1) Hat man ſie vermittelſt einer ſehr empfindlichen Waage gewogen, und gefunden, daß

Nun enthält aber eine Quadratmeile 5280 × 5280 = 27878400 Quadratfuß; mithin die ganze Erdoberfläche 557568000000000 Quadratfuß; und wenn man dieſe in 2160 als den Druck der Luft auf jeglichen Quadratfuß, abermal multiplicirt, 12‴043468″800000′000000 lb für den ganzen Druck. Weil nun 2240 lb. eine Tonne machen: ſo beträgt der Druck von 2160 lb. auf jeden Quadratfuß beynahe eine Tonne.

Tab. XXIX. Fig. 3. 7. Hier muß ich dem Leſer die Auflöſung einer gar artigen Aufgabe mittheilen, welche darinnen beſteht: wie man die Dicke FH einer hohlen Kugel FDME, von einem gewiſſen Metalle u. d. gl. finden kann, wenn deſſen eigentümliche Schwere bekannt iſt, ſo, daß nehmlich die Kugel auf einem flüßigen Weſen durchgehens von einerley Art, und deſſen Schwere ebenfalls gegeben iſt, dergeſtalt ſchwimmen kann, indem ſie entweder zum Theil, oder ganz und gar in daſſelbe eingetaucht iſt. Es ſey demnach AB die Oberfläche des flüßigen Weſens, die Kugel aber, welche in demſelben ſchwimmet, ſey FDE und in daſſelbe auf eine Tiefe LM eingetaucht; die eigentümliche Schwere des Metalles aber verhalte ſich zu eben dieſer Schwere, wie 1 zu n.

8. Setzen wir nun den Durchmeſſer FM = D, HN = d, und LM = x; ſo iſt die Kugelſchale = dem Unterſcheide der beyden Kugelu FED und HIK, das iſt $\frac{pD^2}{6} - \frac{pd^2}{6}$. Auf gleiche Weiſe iſt der Abſchnitt der Kugel des flüßigen Weſens DME, $\frac{pDx^2}{2D} - \frac{px^2}{3D}$; mithin haben wir, wegen des Gleichgewichts zwiſchen dieſen beyden Gröſſen, welches ſie haben ſollen, $\frac{pD^2 pd^2}{6} : \frac{pDx^2}{2D} - \frac{px^3}{3D} = n : 1$. Daher aber erhalten wir $D^3 - d^2 D = 3Dx^2 n - 2nx^3$, und hieraus

daß der Gallon Luft ſehr nahe ein Drachma wägt. 2) Eine gläſerne Röhre mit Queckſilber gefüllet,

 ſie

aus ferner $D^3 - 3Dx^2 n + 2nx^3 = d^2 D$; oder $D^2 - 3x^2 n + \frac{2nx^3}{D} = d^2$; woraus wir denn zuletzt $d = \sqrt{(D^3 - 3x^2 n - \frac{2nx^3}{D})}$ finden. Mithin iſt $\frac{D-d}{2}$ = der verlangten Dicke der Kugelſchale.

9. Wenn wir annehmen, der Körper ſchwimme in dem flüßigen Weſen dergeſtalt, daß er in daſſelbe ganz und gar eingetaucht iſt, ſo haben wir $x = D$, und $d = \sqrt{(D^2 \times (1-n))} = D\sqrt{(1-n)}$. Iſt nun FDE eine kupferne Kugel, welche 10 Fuß im Durchmeſſer hat; und das flüßige Weſen, in welchem ſie ſchwimmen ſolle, ſey die Luft, deren Schweren ſich zu der Schwere des Kupfers, wie 1 zu $860 \times 9 = 7640$ verhält; ſo iſt $n = \frac{1}{7640}$, mithin $1 - n = 1 - \frac{1}{7640} = \frac{7639}{7640}$; und weil D = 10 Fuß, oder 120 Zollen, ſo haben wir $120\sqrt{\left(\frac{7639}{7640}\right)} = d = 119{,}992$; und $\frac{D-d}{2} = 0{,}004$ = FH, als der verlangten Dicke des Metalles für eine Kugel, wenn ſie in der Luft ſchwimmen ſollte.

10. Hierzu aber würde noch etwas mehr erfordert, und zwar dieſes, daß die innere Höhlung der Kugel ein vollkommen luftleerer Raum ſey: denn wenn dieſelbe auch nur mit Luft gefüllet wäre; ſo müßte ſie dennoch in derſelben unterſinken, ſo dünne ſie auch immer ſeyn möchte: weil die Kugel in dieſem Falle doch allemal ſchwerer ſeyn würde, als eine gleich große Menge Luft. Hieraus ſehen wir die Unmöglichkeit deſſen, was uns Franz von Lanis und andere Wunderververkäufer mehr, von den Luftſchiffen erzehlten, und uns

ſie nachher mit dem obern allein offenen Ende umgekehrt, in ein mit eben dieſem flüßigen Weſen gefülletes Gefäß geſetzt, und bemerkt, daß der bloße Druck der äußern Luft vermögend iſt, eine Queckſilberſeule von 28 Zollen zu erhalten. 3) Die Luft über der Oberfläche des Queckſilbers in der Röhre der Luftpumpe, hinweg genommen, oder heraus gepumpt: weswegen denn das Queckſilber, von dem Drucke der äußern Luft, ſo gleich in die Höhe geſtiegen iſt. 4) Indem man aus einem Recipienten, auf dem Teller der Luftpumpe, die Luft pumpt: da denn derſelbe von dem Drucke der äußern Luft recht feſt gegen dem Teller gehalten wird. Oder dieſes 5) noch augenſcheinlicher zu beweiſen, aus einem kleinern unter einen größern geſtellten Recipienten die Luft pumpt, und ſie auf einmal wieder auf ihn hinein läßt: da denn derſelbe eben wie vorher an dem Teller feſt ſitzt, ob er gleich nicht über das Loch geſtellt iſt. Wenn man 6) die Hand auf einen oben offenen Recipienten legt, und die Luft heraus pumpt; da denn das Gewicht der Luft auf die Hand gar empfindlich würkt *. 7) Wenn man eine Glasſcheibe auf eben den offenen Recipienten legt, und die Luft nur ein wenig heraus zieht, die Scheibe von der Schwere der Luft, ſo gleich in Stücken zerdrückt wird,

uns damit etwas zu gute thaten, ehe wir durch eine wahre Weltweisheit von dergleichen Grübeleyen und vergeblichen Verſuchen gerettet wurden, die durch jene ſchon zu weilen hätten veranlaſſet werden können.

* Dergleichen kann der Herr Verfaſſer unmöglich jemals empfunden haben: denn man hat von der äußern Luft nicht die allergeringſte Empfindung; obgleich von der innern deſto mehr.

wird. Bindet man 8) eine Blaſe über eben dieſen Recipienten, ſo wird ſie auf gleiche Weiſe zerdruckt. Zieht man 9) aus einer dünnen gläſernen Flaſche, unter einem Recipienten die Luft, und läßt ſie nachher geſchwind wieder hinein; ſo zerbricht ſie dieſelbe ſo gleich in ſehr kleine Stückgen. 10) Kann man auch eine Flaſche auf eine andere Art, durch die Luft gleichfalls, dergeſtalt zerbrechen, daß die Stücken auswerts gedruckt werden. Wenn man 11) ein Stück Holz unter das Queckſilber in dem Recipienten legt, die Luft heraus zieht, und ſie alsdenn geſchwind wieder hinein läßt; ſo drückt ihr Gewicht das Queckſilber in die zarten Löcher des Holzes, und vermehrt dadurch deſſen Schwere gar merklich. 12) Beweiſen die von der Luft ausgeleerten meßingenen Halbkugeln nicht nur die ungeheuere Schwere, ſondern auch deren Quantität ſehr genau. 13) Wenn man aus gläſernen Kugeln, welche im Waſſer ſchwimmen, die Luft heraus zieht, und ſie geſchwind wieder hinein läßt; da denn das Waſſer ſo gleich in dieſelben hinein dringt und macht, daß ſie zu Boden ſinken. 14) Zeigt die Sprütze, welche in dem **luftleeren Raume**, vermöge ihrer Schwere, herunter ſinkt, ſo bald aber wieder Luft hinein gelaſſen wird, wieder in die Höhe ſteigt, den **Druck der Luft** ſehr genau, wie auch, was die Eigenſchaften der Sprütze für eine Urſache haben [XC].

[XC.] 1. Hier muß ich übrigens diejenigen Eigenſchaften der Luft erklären, welche man bemerkt, wenn man die Verſuche mit der Luftpumpe macht, und zwar in der Ordnung, wie ich ſie in meinen Vorleſungen zu machen pflege. Der erſte unter dieſen Verſuchen hat den

Daß das Waſſer in den Pumpen, Hebern und allen Arten der Waſſermaſchinen blos durch den

den Zweck, die abſolute Schwere der Luft auf die Weiſe zu zeigen, daß man ſie an einer Waagſchale wägt; wovon ich bereits LXXXVI. 2. einige Nachricht gegeben habe.

2. Der zweyte Verſuch iſt der: man macht einen kleinen Recipienten auf den Teller der Luftpumpe feſt, indem man die Luft aus demſelben pumpt. Die Urſache, weswegen alsdenn der Recipient auf dem Teller feſt ſitzt, iſt dieſe: Weil nunmehr der Druck der äußern Luft ganz allein auf die äußere Seite und zugleich perpendicular gegen deſſen Grundfläche würkt, und den Recipienten mit einer Kraft gegen den Teller drückt, welche eben ſo oft 15 lb. beträgt, als der gröſſeſte horizontale Durchſchnitt des Recipienten Quadratzolle enthält. Die Federkraft der innern Luft aber, welche dem Drucke der äußern beſtändig gleich, und nunmehr aus dem Recipienten heraus gezogen iſt, macht daher, daß dieſe ihre völlige Kraft auf den Recipienten äußern kann, ſo, daß derſelbe recht feſt an dem Teller haftet ꝛc.

3. Vermöge des dritten Verſuchs bemerkt man, wie der Recipient, nicht wie vorher über dem Loche des Tellers, ſondern an der Seite jenes, feſt ſitzt. Dieſer Verſuch dient darzu, denenjenigen Leuten ihren Irrtum zu benehmen, welche gemeiniglich dafür halten, es ſey vielmehr etwas inwendig in dem Glaſe oder dem Recipienten, welches denſelben vermittelſt einer Art des Saugens auf eben die Weiſe auf dem Teller immer mehr und mehr befeſtigte, wie die innere Luft durch das Loch heraus gezogen würde. Wenn ſie aber ſehen, daß dieſer kleinere Recipient unter einem größern, und zwar an die Seite des Loches, geſetzt, und alsdenn die Luft aus dieſem heraus gezogen wird; ſo muß ſie, vermöge ihrer Federkraft, zugleich aus dem kleinern Recipienten entwiſchen; wird ſie nun alsdenn mit einem male in den größern wieder hinein gelaſſen, ſo fällt ſie auf den kleinern, und würkt dergeſtalt auf ihn, daß man es deutlich ſehen kann, wie er in das auf dem Teller liegende Leder hinein gedruckt wird. Siehet man alles dieſes deut-

den Druck der äußern Luft gehoben wird, iſt daher klar, weil, ſo bald man dieſen Druck un-

deutlich, und erwegt es genau, ſo wird der gemeine Irrthum völlig verſchwinden, und die Wahrheit deſſen, was wir behaupten, in vollkommener Deutlichkeit erſcheinen *.

4. Der vierte Verſuch iſt dieſer: man legt die inwendige Seite der flachen Hand oben auf einen offenen Recipienten oder gläſernen Cylinder; ſo wird die Hand mit Gewalt auf dieſen gedrückt, ſo wie man die Luft heraus pumpt. Dieſen Druck verurſacht die äuſſere Luft; indem ſie oben auf die Hand druckt, und indem ihr die innere mit ihrer Federkraft deswegen nicht mehr entgegen würken kann, weil ſie weggepumpt iſt. Dieſen ſtarken Druck empfindet die Hand gar merklich, ob er gleich nicht gefährlich iſt; die Haut und das Fleiſch aber werden ganz augenſcheinlich in die Höhlung des Recipienten hineingedrückt. Denn die Federkraft der Luft äußert zugleich ihr Vermögen und drückt ſo wohl die Haut als das Fleiſch desjenigen Theils der Hand in das Glas ſo weit hinein, als es möglich iſt; weswegen denn auch das Blut zugleich in größerer Menge auf eben die Weiſe nach dieſer Seite hindringt, als bey dem Schröpfen, und macht, daß dieſer Theil ſehr roth ausſieht. Iſt nun der obere Theil der Fläche des Recipienten 4 Quadratzolle, ſo wird die Hand von 60 Pfunden Kraft auf denſelben gedrückt **.

* Wenn die Luft ſo wohl aus dem kleinern als gröſſern Recipienten gezogen und dadurch ihre zuſammenziehende Kraft in und außer jenem gleich ſtark wird; ſo iſt ja gar begreiflich: daß dieſe eben erwehnte Kraft den kleinern Recipienten in das Leder auf dem Teller drücken müſſe, weil ihr keine Kraft mehr entgegen würkt, und welche Gegenwürkung ſo gleich aufhört, als die Luft wieder in den größern Recipienten gelaſſen wird.

** Dieſe Kraft von 60 Pfunden iſt eine vollkommene irrige Beſtimmung; denn alle dieſe Verſuche zeigen, daß dieſe Kraft ohne Schranken zu haben, immer zunimmt,

ter dem Recipienten über einem mit Queckſilber gefülletem Gefäße auf die Weiſe hebt, daß man die

5. Der fünfte Verſuch zeigt, wie zwo hohle Halbkugeln, wenn die Luft aus ihnen heraus gepumpt wird, dergeſtalt feſt zuſammen hängen, daß zween ſtarke Männer nicht vermögend ſind, ſie aus einander zu ziehen. Dieſes kommt daher, weil, in dem die Luft heraus gezogen iſt, dieſe ihre Federkraft gar nicht mehr äußern kann, weswegen denn die äußere Luft ſie allein zuſammen druckt, ohne von inwendig einigen Widerſtand zu finden. Iſt nun der Durchmeſſer dieſer Halbkugeln z. E. 4 Zolle, ſo beträgt der Inhalt des Cirkels 12,556 Quadratzolle, welches, wenn es in 15 multiplicirt wird, 188,3 lb. für die Kraft giebt, mit welcher ſie zuſammen hängen *.

6. Aus dem ſechſten Verſuche erhellet, wie die Luft von der Federkraft aus einer gläſernen Kugel unter dem Waſſer getrieben wird, wenn man ſie in daſſelbe gelegt hat; da denn jene in ziemlich großen runden Luftblaſen in die Höhe ſteigt. Dieſes rührt daher, weil man den Druck der äußern Luft auf die Oberfläche des Waſſers in dem mit Waſſer gefüllten Gefäſſe, durch das Auspumpen der Luft, hinweg genommen hat. Weil nun alsdenn der Federkraft der innern Luft nichts mehr widerſteht, ſo äuſſert ſie ihre Würkung, und macht, daß die Luft aus der Blaſe ſo wohl, als

nimmt, ſo lange die Luft weggepumpt wird. Folglich rührt ſie von nichts weniger, als dem Drucke der äuſſern Luft her.

* Hier gilt eben das, was wir bey dem vorhergehenden Verſuche erinnert haben: und der angegebene Druck von 188,3 lb. iſt ſo viel als gar nichts gegen diejenige Gewalt, mit welcher in Wien von der Luft ausgeleerte Halbkugeln zuſammen hiengen, welche dreyßig Pferde nicht vermögend waren, aus einander zu reiſſen. Vermuthlich erwehnt der Herr Verfaſſer von dieſen ſehr bekannten Verſuchen nichts, weil ſie ſeine Theorie gar zu augenſcheinlich widerlegen.

die Luft heraus zieht, das Queckſilber in der Sprü-
tze nicht ferner in die Höhe ſteigt, wenn man den

N 5 Schlauch

als allen Seiten des Waſſers überhaupt, in kleinen Luftbläsgen heraus und in die Höhe ſteigt. Bey welcher Gelegenheit man denn zugleich bemerkt, daß das Waſſer ein ſehr poröſer Körper ſey, deſſen Zwiſchenraume durchgehens mit Luft angefüllet ſind; die ſich aber alsdenn ausdehnt, und in Blaſen herausfährt, wenn die äußere Luft hinweg gepumpt wird.

7. Der ſiebende Verſuch iſt nur ein Theil von dem vorhergehenden ſechſten, und es erhellet aus demſelben: daß, wenn man die Luft in den Recipienten wieder hinein läßt, ſie auf die Oberfläche des Waſſers fällt, auf die ganze Maſſe deſſelben drückt und einen Theil in die ausgeleerte gläſerne Kugel treibt, welche, weil ſie eben dadurch ſchwerer wird, als das Waſſer, zu Boden ſinkt. Denn weil in der Kugel nur gar wenig Luft, ſo iſt auch ihre Federkraft nur gar gering; mithin giebt ſie der auf die Oberfläche des Waſſers druckenden äußern Luft leicht nach, und das Waſſer dringt ſo lange hinein, bis die Federkraft der innern Luft der äußern, oder auch derjenigen das Gleichgewicht hält, welche anfänglich in der Kugel war. Mithin iſt auch ihre Dichtigkeit der Dichtigkeit jener gleich; und ihre Größe oder Umfang, wenn ſie mit dem ganzen Umfange der Kugel verglichen wird, zeigt, wie viel von der ſämtlichen Luft überhaupt noch zurück bleibt, nachdem ſie heraus gepumpt iſt.

8. Aus dem achten Verſuche erhellet, daß eben die gläſerne Kugel, wenn ſie mit ihrem Halſe auf ein hohles Glas über ein kleines Gefäß, unter dem Recipienten gelegt, und alsdenn die Luft nur ein wenig heraus gepumpt wird, ſich die annoch übrige wenige Luft in der gläſernen Kugel ausdehnt, und alles Waſſer heraus treibt. Denn der Druck der Luft, welcher das Waſſer vorher in der Kugel erhielt, iſt nunmehr hinweg; weswegen denn die Federkraft der Luft, welche noch oben in der Kugel iſt, ihre Würkung nach und nach äußert und ſie endlich von allem Waſſer ausleert.

9. Der

Schlauch in die Höhe zieht, wie in der freyen Luft.

Die

9. Der neunte Verſuch zeigt, wie der Dotter aus einem Eye, durch ein kleines in das ſpitzige Ende gemachtes Loch, durch die Federkraft der in dem dickern Ende befindlichen Luft, heraus getrieben wird. Denn wenn das Ey noch friſch und gut iſt, ſo befindet ſich beſtändig etwas Luft in dem dickern Ende deſſelben zwiſchen der äußern harten Schale des Eyes und deſſen inwendigem dünnen Häutgen; welche erwehnte eingeſchloſſene Luft alsdenn, ſo gleich ihre Würkung der ausdehnenden Kraft äußert, ſo bald ihr der Widerſtand der äußern Luft an der Seite, wo das Loch iſt, gehoben wird; weswegen denn ſo wohl das Weiße als Gelbe durch das Loch in dem ſpitzigen Ende heraus getrieben wird.

10. Aus dem zehnten Verſuche ſiehet man, daß, wenn die halbe Schale des auf dieſe Weiſe ausgeleerten Eyes, hinweg genommen wird, ſich die gedachte Luftblaſe dergeſtalt ausdehnt, nachdem man nehmlich die Luft heraus gepumpt hat, daß ſie einen ſo großen Raum einnimmt, als wenn, dem Scheine nach, das Ey noch ganz wäre. Dieſes iſt alsdenn nur ſo, wenn es noch ganz friſch iſt; beginnet es aber ſchon faul zu werden, ſo nimmt die Federkraft dieſer eingeſchloſſenen Luft immer nach und nach ab. Uebrigens haben die Naturkündiger angemerkt, daß dieſe eingeſchloſſene Luftblaſe zu der Hervorbringung eines jungen Vogels oder Küchleins, unumgänglich nothwendig iſt, welches denn durch diejenige Erwärmung und Gährung geſchiehet, welche von dem beſtändigen Brüthen der Henne herrührt.

11. Der eilfte Verſuch zeigt, wie viel Luft in allen Arten der feſten Körper enthalten iſt. Denn wenn man ein Stück Meſſing, Eiſen, Stein u. d. gl. in ein Gefäß mit Waſſer legt, es unter einen Recipienten ſtellt, und die Luft heraus zieht; ſo äußert ſich die Federkraft der in dem Zwiſchenräumgen dieſer feſten Körper befindlichen Luft; ihre Theilgen dehnen ſich aus und zeigen ſich auf der Oberfläche dieſer Körper wie

eine

Die Federkraft der Luft erhellet aus verſchie-denen Verſuchen: wie z. E. 1) aus der ſtarken Ausdeh-

eine unzehlige Menge kleiner Kügelgen, die gar artig und eben ſo anzuſehen ſind, als wenn ſich die Tropfen des Thaues an die Grashälmer hängen; welche aber ſogleich verſchwinden, ſo bald man wieder Luft in den Recipienten hinein läßt.

12. Aus dem zwölften Verſuche erhellet, daß, wenn man an ein Stück Pfropf ſo viel Gewicht hängt, daß beide mit einander kaum unterſinken; ſo kommt der Pfropf mit ſeinem Gewichte ſo gleich wieder auf die Oberfläche des Waſſers, ſo bald man die Luft aus dem Recipienten zieht. Denn die Luftblaſen, welche von den Zwiſchenräumgen ausgedehnt werden, und ſich an die Oberfläche des Körpers hängen, machen, daß derſelbe leichter wird, als das Waſſer; weswegen er denn in demſelben herauf ſteigen und oben ſchwimmen muß.

13. Aus dem dreyzehnten Verſuche erhellet, daß gläſerne hohle Kugeln oder Püppgen, welche in dem Waſſer untergehen, aus demſelben wider herauf ſteigen, und gleichfalls oben ſchwimmen, wenn die Luft aus dem Recipienten gezogen wird. Denn die Körper der Püppgen u. d. gl. ſo lange ſie ſich auf dem Boden des Gefäßes befinden, ſind genau mit ſo vielem Waſſer gefüllt, daß ſie kaum unterſinken; den übrigen Raum aber in ihnen nimmt die Luft ein; dieſe aber äuſſert ſo gleich die Würkung ihrer Federkraft, als die Luft aus dem Recipienten gezogen wird, und treibt das Waſſer aus den gedachten Körpern heraus: weswegen ſie denn leichter werden und auf dem Waſſer ſchwimmen. Läßt man aber wieder Luft in den Recipienten; ſo dringt auch das Waſſer abermal in die Körper, und ſie ſinken daher wieder zu Boden.

14. Der vierzehnte Verſuch zeigt, daß, wenn man eine Blaſe nimmt, welche beynahe von Luft leer iſt, ſie in ſo fern mit einem daran befeſtigten Gewicht beſchwert, daß ſie in einem Gefäße mit Waſſer kaum zu Boden ſinkt, ſie ſo gleich wieder in die Höhe ſteigt und auf dem Waſſer ſchwimmt, als man die Luft

aus

Ausdehnung der geringen Quantität Luft in einer leeren Blaſe, wenn man ſie unter einen Recipienten

aus dem Recipienten zieht. Die Urſache hiervon iſt, weil, ſo wie die äußere Luft, mithin ihr Druck zugleich, hinweg genommen wird, die wenige in der Blaſe eingeſchloſſene Luft, vermöge ihrer Federkraft, die Blaſe nach ihrer völligen Gröſſe ausdehnt. Weswegen denn eine gleich große Menge Waſſer, gegen die in der Blaſe ausgedehnte und nunmehr einen größern Raum einnehmende Luft erwogen, merklich ſchwerer wird; eben daher die Blaſe in die Höhe ſteigt und oben ſchwimmt; wie es die Geſetze der Hydroſtatik erfordern, welche man daher nachleſen mag.

15. Nach dem funfzehnten Verſuche ſteigt aus dem Biere oder Breyhahne ein Schaum in dem Gefäße oder Glaſe in die Höhe und ſchwimmt oben auf dem erwehnten flüßigen Weſen. Dieſer Schaum rührt von der großen Zähe des flüßigen Weſens her: denn ſo wie der Druck der äußern Luft hinweg genommen iſt, ſo breitet ſich die Luft in dem Biere in größere runde Blaſen aus, an welche ſich die Theilgen des Biers nach allen Seiten hängen; wodurch ſie denn zu ſchwer werden, ſich von deſſen Oberfläche zu entfernen und in die freye Luft zu verfliegen. Mithin iſt es nicht anders, als ob die erwehnter maaßen in die Höhe geſtiegenen Luftbläsgen, durch die anhängende Eigenſchaft des flüßigen Weſens, gleichſam zuſammen geleimt wären; und ſie ſteigen Haufenweiſe in die Höhe, die obern aber werden durch die Ausdehnung derer unter ihnen befindlichen, gehoben und unterſtützt. So bald aber wieder Luft hinein gelaſſen wird, ſo ziehen ſich die Luftblaſen zuſammen, ſetzen ſich, und dringen wieder in die Zwiſchenräumgen des flüßigen Weſens. Eben die Bewandtniß hat es auch mit dem Schaume des Seifenwaſſers, der Hefen u. d. gl. flüßigen Weſen mehr, welche einen Schaum geben.

16. In dem ſechzehnten Verſuche ſcheint es nicht anders, als ob das Waſſer unter dem Recipienten kochte, wenn man die Luft heraus zieht. Es muß aber das Waſſer zu dieſem Ende ſo heiß ſeyn, wenn es

ten legt, und die Luft aus demſelben pumpt. 2) Dem Ausſtoßen des flüßigen Weſens aus einer gläſernen Kugel, durch die Ausdehnung der darinnen befindlichen Luftblaſe. 3) Das Heraustreiben ſowohl des Weißen als Gelben aus einem Eye, durch ein in dem ſpitzigen

es unter denſelben geſetzt wird, daß man kaum die Hand darinnen halten kann. So bald man anfängt, die Luft heraus zu ziehen, ſo ſteigen ſogleich eine Menge gar kleiner Bläsgen in die Höhe; gleich darauf aber ſind ſie merklich dicker, zuletzt aber ſo groß, und ſteigen mit einer ſolchen Geſchwindigkeit in die Höhe, daß das Waſſer in eine ſtarke Bewegung geräth, und eben einen ſolchen Schein gewehret, als ob es kochte. Dieſe heftige Bewegung des Waſſers hält genau ſo lang an, bis wieder Luft in den Recipienten gelaſſen wird; alsdenn aber hört alles auf, und es iſt wieder eben ſo ruhig, als vorher. Einige Leute glauben, das Waſſer werde dadurch heißer, wenn ſie es, ihrer Meynung nach, unter dem Recipienten auf eben dieſe Weiſe, wie über dem Feuer, kochen ſehen: denn ſie wiſſen oder bemerken nicht, daß dieſe Bewegung des Waſſers allemal von der ſtarken Verdünnung der darinnen befindlichen Luft herrühre, ſie mag eine Urſache haben, welche ſie wolle, entweder die Hitze des Feuers, oder in dem man den Druck der äußern Luft mit der Luftpumpe hinweg nimmt, oder einen jedweden andern Grund.

17. Der ſiebzehnte Verſuch zeigt, daß ſich ein zuſammengeſchrumpfter Apfel unter dem Recipienten, wenn die Luft heraus gezogen wird, eben ſo glatt ausdehnt, als ob er noch friſch wäre. Die Urſache hiervon iſt ebenfalls, weil ſich die in demſelben befindliche Luft ausdehnt, ſo wird ihr Widerſtand von der äußern Luft über der Oberfläche des Apfels, hinweggenommen: denn obgleich durch einige Theile der Schale die innere Luft dringen kann (wie man ſolches aus den kleinen Ströhmen bemerkt, welche aus den zarten Löchergen in der Haut des Apfels, heraus fahren, wenn man ihn ins Waſſer legt,) ſo wird doch der größeſte Theil ſeiner Fläche die Luft nicht durchlaſſen, weil

gen Ende deſſelben gemachtes kleines Loch, in dem ſich die in dem dicken Ende des Eyes befindliche Luft ausdehnt; und in dem 4) die innere zarte Haut des Eyes, nachdem der Dotter ſchon heraus und die eine Hälfte der äußern harten Schale hinweggethan iſt, ſo ſtark ausgedehnt wird, daß

weil dieſe nicht allenthalben durchlöchert iſt, ſondern der Ausdehnung der eingeſchloſſenen Luft nachgeben muß, ſo, daß der Apfel zuweilen gar berſtet: in welchem Falle denn alle Falten auf deſſen Oberfläche gänzlich verſchwinden, und der Apfel eine ganz glatte und friſche Geſtalt wieder bekommt; welche aber nicht länger anhält, als bis man wieder Luft in den Recipenten läßt, da er denn abermal eben zuſammen fällt und häßlich ausſiehet, wie vorher.

18. In dem achtzehnten Verſuche bemerkt man auf eine gar angenehme Art, wie die Luft aus allen Arten von Gewächſen ſehr häufig heraus fährt, wenn ſie unter dem Recipienten im Waſſer liegen, und man anfängt, einen luftleeren Raum zu machen. Denn wenn der Druck der äußern Luft hinweg genommen iſt, ſo äußern die kleinen Lufttheilgen in den Luftgefäßen der Pflanzen, ihre Federkraft, dehnen ſich aus, machen, daß ſie aus allen kleinen Räumgen heraus dringt, und dieſes eine ziemlich geraume Zeit; woraus man denn ſehen kann, wie viel Luft in allen Gewächſen enthalten iſt. Weil wir nun ſehen, daß die Luft ſo wohl auf allen Seiten der Oberfläche der Gewächſe heraus geht, als da, wo ſie queer durchgeſchnitten ſind; ſo iſt dieſes ein überzeugender Beweis, daß die Gewächſe aus Theilen zuſammen geſetzt, die ſowohl in einer horizontalen als verticalen Lage mit einander verbunden ſind.

19. Aus dem neunzehnten Verſuche erhellet, wie die Gewächſe mit Queckſilber ausgeſprützt werden. Denn wenn man ein länglichtes Stückgen Holz an beyden Enden, mit einem Federmeſſer recht eben ſchneidet, es alsdenn in das Queckſilber taucht, und die Luft aus dem Recipienten zieht, ſo geht dieſe zugleich aus den Zwiſchenräumgen des Holzes, wo es in dem Queckſilber ſteht, wie man ſolches an beyden Enden deutlich ſehen

daß ſie beynahe die andere Hälfte des Eyes ausfüllt. Werden 5) gläſerne Kugeln, Püppgen u. d. gl. ſo ſtark mit Waſſer gefüllt, daß ſie in demſelben kaum zu Grunde gehen, ſo ſteigen ſie ſogleich wieder in die Höhe, ſo bald man nur die äußere Luft über der Oberfläche des Waſſers in dem

ſehen kann. Läßt man nun die Luft wieder hinein, ſo drückt ſie mit einem male auf die Oberfläche des Queckſilbers, und treibt dieſes in diejenigen Zwiſchenräumgen des Holzes, welche vorher mit Luft erfüllt waren. Nimmt man daher das Holz heraus, und wägt es auf einer Waagſchale, ſo iſt es einige mal ſchwerer, als zuvor; auch hat es nunmehr eine ganz andere und zwar durchgehens bläuliche Farbe; das Queckſilber aber ſchimmert aus allen ſeinen Zwiſchenräumgen und an allen Seiten hervor.

20. Der zwanzigſte Verſuch beſteht darinne, daß man eine Blaſe durch die Schwere der Luft zerdrückt. Denn wenn man ſie oben über einen offenen Recipienten in die Quere zieht, ſie in dieſer Lage feſt bindet, und die Luft aus dem Recipienten zieht, ſo kann die äußere daher ſtärker auf die Blaſe drücken, indem der innere Widerſtand gehoben wird; weswegen ſie denn anfänglich eine hohle genau kugelförmige Geſtalt bekommt, welche immer nach und nach tiefer wird, und die äußere Luft endlich ein dergeſtalt ſtarkes Uebergewicht über die in dem Recipienten bekommt, daß die Blaſe mit einem ſtarken Knalle zerſpringt.

21. Vermöge des ein und zwanzigſten Verſuchs wird eine gläſerne Flaſche von dem Drucke der äuſſern Luft zerdruckt. Die Flaſche aber muß eine viereckte, aber keine cylindriſche oder kugelförmige Geſtalt haben; über dieſes darf ſie auch nicht ſonderlich dick ſeyn, wenn ſie klein iſt. Man ſchraubt ſie daher auf dem Teller der Luftpumpe über das Loch und zieht die Luft heraus. Da ſie denn dem Drucke der äußern Luft ſo lange Widerſtand leiſtet, als es ihre Stärke geſtattet; zuletzt aber in gar kleine Stückgen gedrückt wird.

22. Durch

dem Recipienten hinweg pumpt. Füllt man 6) eine Blaſe mit Luft, und hängt ein ſo ſchweres Gewicht an ſie, daß ſie in dem Waſſer kaum unterſinkt; ſo ſteigt ſie ſogleich wieder in die Höhe, als man die Luft aus dem Recipienten pumpt, in dem ſich die in der Blaſe ausdehnt.

7) Er-

22. Durch den zwey und zwanzigſten Verſuch wird eine Flaſche durch die Federkraft der innern Luft zerſprengt. Denn nachdem man den Hals derſelben recht wohl über dem Loche befeſtigt hat, ſo, daß keine Luft heraus kann, ſo ſetzt man ſie unter den Recipienten; und ſo wie die Luft von ihrer Oberfläche weggenommen wird, ſo äußert ſich die Federkraft der eingeſchloſſenen, und zwar gegen die Seiten der Flaſche ungleich ſtärker; weil nun dieſe Würkung keinen Widerſtand mehr hat, ſo wird die Flaſche ſogleich in Stücken zerbrechen, als die innere Luft die Stärke des Gefäßes überwunden hat.

23. In dem drey und zwanzigſten Verſuche wird gezeigt, daß, wenn man eine beynahe von aller Luft ausgeleerte Blaſe unter den Recipienten hängt, ſich die wenige annoch in derſelben befindliche Luft dergeſtalt ausdehnt, wenn man die Luft wegpumpt, daß die Blaſe wieder eben ſo ſehr aufgeblehet wird, und ihre vollkommene Größe wieder erlangt, die ſie vorher hatte, und es nicht anders ſcheint, als ob ſie ganz und gar aufgeblaſen wäre. Die Urſache hiervon wird aus dem leicht erhellen, was wir im Vorhergehenden ſchon ſo oft wiederholt haben; wie auch, warum ſie ſich alsdenn wieder zuſammen zieht, ſo bald die Luft hinein gelaſſen wird.

24. Durch den vier und zwanzigſten Verſuch wird dargethan, wie in dem luftleeren Raume die Sprütze von ihrem Schlauche, welcher aufgehangen iſt, herunter trit, wenn nehmlich das Loch unten zugeſtopft, und ein kleines Gewicht angehängt wird, welches die Reibung merklich vermindert. Denn wenn in die Höhe gezogen iſt, ſo hat er ſeinen Widerſtand von der äußern Luft; in dem luftleeren Raume aber, oder wo die Luft meiſtentheils hinweggepumpt iſt,

7) Erhellet auch die Federkraft der Luft daraus, daß, wenn eine Blaſe halb damit gefüllt, auf dieſe ein Gewicht gelegt wird, nachdem man ſie vorher in ein bequemes Gefäß gelegt, es unter den Recipienten geſtellt, und die Luft heraus gezogen hat, dieſe die Blaſe aufblehet und das Gewicht in die Höhe hebt. 8) Steigt auch aus dem Biere, Obſtweine, Waſſer, und andern poröſen Körpern, unter dem ausgeleerten Recipienten, eine große Menge Luft in die Höhe. 9) Werden die

iſt, kann der Schlauch frey in die Höhe ſteigen; oder, welches einerley iſt, die Sprütze herunter ſteigen; welches geſchieht, wenn ein kleines Gewicht daran gehängt iſt, die Reibung zwiſchen ihr und dem Schlauche zu überwinden. Wird alſo die Luft in den Recipienten wieder hinein gelaſſen, ſo ſteigt auch die Sprütze an dem Schlauche wieder in die Höhe.

25. Aus dem fünf und zwanzigſten Verſuche erhellet, daß das Waſſer in den Waſſerpumpen, und Queckſilber in dem Barometer, bald von dem Drucke der äußern Luft in die Höhe ſteigt. Denn wenn man an die vorerwehnte Sprütze eine gläſerne Röhre ſchraubt, ſie in der freyen Luft in das Queckſilber ſetzt und alsdenn den Schlauch in die Höhe zieht, ſo wird die Luft in der Glasröhre verdünnet, und in einen größern Raum gebracht, wodurch denn ihre Federkraft abnimmt. Mithin drückt die äußere Luft ſo viel Queckſilber in die Röhre hinein, daß die Summe ſeines Gewichts und der Federkraft der eingeſchloſſenen Luft zugleich, dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht hält. Iſt aber das Queckſilber unter einem luftleeren Recipienten, und man zieht alsdenn den Schlauch in die Höhe, ſo ſteigt kein Queckſilber herauf; woraus denn deutlich erhellet, daß nichts anders, als die äußere Luft die Urſache ſey, weswegen das Queckſilber in die Höhe ſteigt.

26. Der ſechs und zwanzigſte Verſuch zeigt, daß die Federkraft der Luft eben ſo ſtark ſey, als ihr

die Fiſche dadurch, daß man ihnen die Luft aus dem Recipienten entzieht, und mithin die Federkraft in ihren Blaſen um ſehr viel vermehrt, dergeſtalt leicht und ſchwimmen oben auf dem Waſſer, daß ſie gar nicht wieder auf den Grund kommen können. 10) Werden verfaulte und zuſammengeſchrumpfte Aepfel durch die verſtärkte Federkraft der in ihnen befindlichen Luft ſehr glatt, anſehnlich, und ihre Runzeln vollkommen ausgefüllt. 11) Zerſprengt die Federkraft der in einer viereck-

Druck, indem das Queckſilber durch beyde gleich hoch gehoben wird. Denn wenn eine an beyden Enden offene Röhre in einer kleinen gläſernen Flaſche, die beynahe mit Queckſilber gefüllet iſt, feſtgelöthet, unter den Recipienten geſtellt, und die Luft nach und nach heraus gezogen wird; ſo ſieht man das Queckſilber aus dem Fläſchgen in der Röhre über der Pumpe von der Federkraft der eingeſchloſſenen Luft eben ſo hoch in die Höhe ſteigen, als in der Röhre unten durch den Druck, und zwar die ganze Zeit hindurch, als man die Luft auspumpt. Dieſes wird ſich beſtändig alſo äußern, es mag ſo wenig Luft in dem Fläſchgen ſeyn, als man wolle. Weil dieſe Naturbegebenheit nicht ſowohl von der Menge der Luft, ſondern der Stärke ihrer Federkraft abhängt.

27. Aus dem ſieben und zwanzigſten Verſuche erhellet ein Verfahren, wie man in dem luftleeren Raume, durch den Druck der Luft, einen künſtlichen Springbrunnen hervorbringen kann. Man bläſt zu dieſem Ende eine ſehr enge Glasröhre an dem obern Ende zu, mit dem untern aber wird ſie, vermittelſt der unten auf ſie gelötheten meßingenen Platte, auf den Hahn geſchraubt, dieſer aber auf den Teller der Luftpumpe. Nachdem nun alle Luft heraus gezogen iſt, ſo wird der Hahn verſchloſſen, von dem Teller wieder abgeſchraubt, und alsdenn entweder in Queckſilber oder Waſſer getaucht. Wird der Hahn wieder geöfnet, ſo ſieht man mit Vergnügen, wie das flüßige Weſen,

viereckten recht wohl zugeſtopften Flaſche befindliche Luft, dieſelbe ſogleich, als man die äußere Luft aus dem Recipienten zieht. Derjenige ganz beſondere Verſuch aber, welcher 12) zeigt, daß die Federkraft der Luft ihrem Gewichte oder Drucke gleich ſey, erhellet aus dem in die Höhe ſteigen des Queckſilbers, von der Ausbreitung einer geringen Quantität eingeſchloſſener Luft; in dem nehmlich das Queckſilber in dem ausgeleerten Recipienten über der Luftpumpe eben ſo hoch ſteigt,

Weſen, von dem Drucke der äußern Luft, gleich einem Springbrunnen, in der Röhre in die Höhe ſpringt.

28. Durch den acht und zwanzigſten Verſuch wird gezeigt, daß die Kraft des Magnetſteins, oder auch eines geſtrichenen Stück Eiſens, die Nadel in dem luftleeren Raume eben ſo wohl reizt, als in freyer Luft.

29. Aus dem neun und zwanzigſten Verſuche iſt offenbar, daß die anziehende Kraft des Zuſammenhanges in dem luftleeren Raume eben ſo ſeyn, wie in der freyen Luft. Man nimmt zu dieſem Ende eine ziemlich weite Glasröhre, welche oben ganz ſpitz wie eine Haarröhre zugeht; füllet man ſie nun mit Waſſer, ſo bleibt daſſelbe auf einer gewiſſen Höhe in der freyen Luft ſtehen. Bringt man eben dieſe Röhre mit dem flüßigen Weſen unter den Recipienten, und zieht die Luft heraus; ſo bleibt jenes noch wie vor ſtehen; woraus denn erhellet, daß dieſes blos von der anziehenden Kraft herrühre *.

* Der Herr Verfaſſer würde nach ſeiner Theorie alſo erlären müſſen: Dieſes Waſſer wird durch den Druck der äußern Luft gehalten, daß es nicht herunter fällt. Mithin muß es nothwendig herunter fallen, ſo bald dieſelbe weggepumpt wird. — Da nun dieſes nicht geſchieht, ſo iſt ja offenbar, daß die äußere Luft nicht die Urſache ſey, weswegen das Waſſer in vielen ähnlichen Fällen herunter fällt, in welchen er es doch dafür ge-

als es in der Queckſilberröhre durch den unter ihr befindlichen Druck der äußern Luft gehoben iſt.

Die wichtige Würkung des Lebens der Menſchen und Thiere, ich meyne das **Odemholen** vermittelſt des **Einziehens** und **wieder von ſich Hauchens** der Luft, rührt ebenfalls von dem **Drucke** und der **Federkraft** derſelben, auf eben die Weiſe her, wie man es bey der **Zuſammenziehung** und **Ausdehnung** einer Blaſe unter einem kleinen Recipienten bemerkt, über deſſen Boden

30. Durch den dreyßigſten Verſuch wird ausgemacht, daß Körper, welche einander in freyer Luft das Gleichgewicht halten, dieſes in dem luftleeren Raume verlieren. Wenn alſo in die eine Schale einer zarten Waage ein Stück Bley, in die andere aber Pfropf gelegt, und beyde miteinander ins Gleichgewicht gebracht, nachher aber unter den Recipienten geſtellt werden, aus welchem man die Luft heraus zieht; ſo wird das Gleichgewicht bald aufhören, der Pfropf herunter ſteigen, und dadurch zeigen, daß er würklich ſchwerer ſey, als das Bley. Hiervon iſt die Urſache aus den hydroſtatiſchen Geſetzen klar: denn wenn beyde Körper in der freyen Luft gewogen werden, ſo verliert jeder von ſeiner Schwere ſo viel, als eine eben ſo große Menge von Luft wägt, als er ſelbſt iſt. Mithin verliert der Pfropf in der freyen Luft viel mehr von ſeiner Schwere, als das Bley. Wird aber die Luft hinweg genommen, ſo iſt das dem Pfropfe wieder hergeſtellte Gewicht viel gröſſer, als des Bleyes; weswegen denn jenes dieſes im luft-

halten hat. Weil nun dieſer Verſuch ſeiner Theorie ſo augenſcheinlich widerſpricht, doß er ihn unmöglich daraus erklären kann; ſo nimmt er mit einem male eine andere Sprache an, und will ihn aus der Attraction herleiten; da doch hier nicht die allergeringſte Urſache mehr vorhanden iſt, die Erklärung vielmehr aus dieſer als dem Drucke der äußern Luft, wie bey allen vorhergehenden Verſuchen, zu führen.

Boden man eine Blaſe, welche das Zwergfell vorſtellt, gezogen hat.

Hieraus erſehen wir alſo, daß die Luft zu dem Odemholen und Leben der allermeiſten lebendigen Geſchöpfe unumgänglich nothwendig ſey; weil ſie ſogleich unter dem Recipienten ſterben, wenn ihnen die Luft entzogen wird: obgleich einige auf dieſe Weiſe nicht getödtet werden können, wie z. E. Fliegen, Fröſche, Kröten, einige Arten von Fiſchen u. d. gl.

luftleeren Raume überwägt. Woraus alſo erhellet, daß ein Pfund Federn würklich ſchwerer iſt, als ein Pfund Bley, wenn beyde in freyer Luft gewogen werden.

31. Vermöge des ein und dreyßigſten Verſuchs ſehen wir, daß der Schall vermittelſt der Luft fortgepflanzt wird Denn wenn man einen Wecker an der Luftpumpe feſtſchraubt, ſo hört man denſelben unter einem dünnen Recipienten, wenn die Luft noch darinnen iſt; ſo bald man ſie aber heraus zieht, nichts mehr. Welches denn zur Gnüge beweiſt, daß der Schall vermittelſt der Luft fortgepflanzt wird. Noch mehr wird man hiervon überzeugt, wenn man die Luft wieder hinein läßt; denn ſo wie der Recipient immer nach und nach wieder damit angefüllt wird, ſo nimmt auch die Stärke des Schalles immer zu.

32. Aus dem zwey und dreyßigſten Verſuche erhellet, wie die Luft zu dem Feuer und einer Feuerflamme nöthig ſey. Nimmt man alſo glüende Holzkohlen und ein brennendes Licht, und ſtellet ſie unter den Recipienten; ſo werden jene immer nach und nach verlöſchen und dieſes ebenfalls, ſo wie die Luft heraus gezogen wird.

33. Der drey und dreyßigſte Verſuch zeigt, daß zu dem Aufſteigen der Dünſte und des Rauchs die Luft ebenfalls nöthig ſey. Die Urſache hiervon iſt, weil, wenn die Luft hinweg genommen iſt, die Dünſte, welche vorher von dem naſſen Leder auf dem Teller dergeſtalt

Daß aber eine ſolche Luft, welche durch das Feuer, oder eine meßingene Röhre gegangen oder geleitet worden iſt, ſich zu dem Leben der Thiere nicht ſchicke, ſieht man daraus, weil dieſe ſogleich unter einem Recipienten ſterben, welcher damit angefüllt iſt. Auch verlöſchen ſowohl glüende Kohlen, als ein Talchlicht ſogleich, wenn man ſie in eine ſolche verbrennte Luft ſetzt. Woraus denn die höchſt ſchädlichen und peſtartigen Eigenſchaften der Dämpfe und erſtickenden Ausdünſtungen,

ſtalt häufig aufſtiegen, daß ſie den Recipienten verdunkelten, alsdenn zu Boden fallen, wenn die Luft nach und nach dünner wird; und der Dampf von dem verlöſchten Lichte, welcher vorher in die Höhe ſtieg, fällt nunmehr ebenfalls herunter; ſo bald aber die Luft ganz und gar aus dem Recipienten heraus gezogen iſt, ſo wird derſelbe klar und durchſichtig, und man bemerkt gar keinen Rauch und Dampf mehr an ihm. Bey dieſer Gelegenheit lernen wir die Urſachen einſehen, weswegen alsdenn, wenn die Luft leichter wird, die Dünſte herunter fallen, und die Witterung, neblicht, dunkel, feucht und regenhaft wird.

34. Der vier und dreyßigſte Verſuch lehrt uns, daß zu dem Verbrennen des Schießpulvers ebenfalls Luft nöthig ſey. Denn wenn man es in dem luftleeren Raume anſteckt, ſo findet diejenige in dem Pulver bisher feſt eingeſchloſſene und jetzt ſchleunig in Freyheit geſetzte Luft, da ſie vorher mit einer ſolchen Heftigkeit gegen die äußere Luft ſtieß, nunmehr von derſelben gar keinen Gegenſtand mehr, ſo, daß ſie weiter nichts verurſacht, als daß das Queckſilber in einer Röhre von ihrer Federkraft nur ein wenig herunter tritt.

35. Aus dem fünf und dreyßigſten Verſuche ſehen wir, wie die Ränder um die Sonne oder den Mond auf die Weiſe entſtehen, indem die von jener ausfahrenden und von dieſem zurückprallenden Lichtſtrahlen zur Seite gebogen werden. Stellt man daher ein Licht an die Seite des Recipienten, und hält das Auge an der andern

gen, die in den Bergwerken und andern unterirdiſchen Oertern ſo häufig ſind, und vielen den Tod verurſachen, leicht erklärt werden können.

Daß aber die Luft in ihrem natürlichen Zuſtande zu der Erhaltung einer Flamme und des Feuers überhaupt, nöthig ſey, iſt daher klar, weil ſowohl glüende Kohlen als ein brennendes Talchlicht ſogleich verlöſchen, als man ſie unter den Recipienten ſtellt und die Luft heraus zieht. Wenn man auch Schießpulver unter

andern Seite in einer gewiſſen Entfernung von demſelben, ſo wird das Licht oder die Lichtſtrahlen, wenn vorher aus dem Recipienten die Luft gezogen, nachher aber wieder hinein gelaſſen, und der Recipient in einem gewiſſen Grade mit Dünſten erfüllt iſt, dergeſtalt durch den Recipienten in Cirkeln von allerley Farben verbreitet, welche denen, die man bey einer dicken und neblichten Luft um dem Monde zur Nachtzeit bemerkt, ziemlich ähnlich ſind.

36. Der ſechs und dreyßigſte Verſuch zeigt uns, wie in dem luftleeren Raume die Lungen der Thiere angegriffen, wie ſie ſterben und wieder lebendig gemacht werden. Zu dieſem Ende bindet man eine kleine Blaſe über die Oefnung einer Röhre, ſticht ſie in eine Flaſche, und ſchraubt die Röhre in derſelben feſt: welche denn die Lungen in der Bruſt vorſtellen. Dieſe Röhre iſt durchaus bis in die Blaſe offen, und bedeutet daher die Luftröhre. Die in der Flaſche eingeſchloſſene und um der Blaſe ſich befindende Luft iſt in eben den Umſtänden, wie die in der Bruſt und um den Lungen. Stellet man nun dieſen Zugehör unter den Recipienten, ſo wird die Luft in demſelben und der Blaſe, nach einem oder zween Zügen, ſogleich verdünnet, wodurch denn die Federkraft der in der Flaſche eingeſchloſſenen die in der Blaſe auf eben die Weiſe zuſammen drückt, wie die in der Bruſt befindliche Luft die Lungen; thut man aber nur noch einige wenige Züge mehr, ſo wird die Blaſe ganz und gar zuſammen gepreßt. Da nun die Lungen auf

demſelben anzündet, ſo giebt es keine Flamme, oder blickt ſchleunig auf, ſondern es ſchmelzt nur und geht in aller Stille aus.

Daß die verſchiedenen Geſchwindigkeiten, mit welchen ſo wohl die ſchweren als leichten Körper in der freyen Luft herunter fallen, blos von dieſer ihrem Widerſtande herrühre, iſt daher offenbar, weil alle Körper unter dem von der Luft ausgeleerten Recipienten, gleich geſchwind herunter fallen: wie man ſolches ſehen kann, wenn man den Verſuch

eben die Weiſe zuſammen gedrückt werden; ſo leidet das Thier eine ausnehmende Schwere der Luft, der Umlauf des Bluts wird gehemmt, der Körper empfindet allenthalben Verzuckungen, und ſtirb endlich, in der größeſten Angſt, eines grauſamen Todes. Wird die Luft wieder hinein gelaſſen, ſo beginnet ſich die Blaſe auf eben die Weiſe wieder zu dehnen, wie in den Thieren die Lungen; und wenn dieſe nicht gar zu lange geruhet haben, ſo wird das Blut ſeinen Umlauf wieder durch ſie nehmen, und das Thier in ſeinen vorigen natürlichen Zuſtand des Lebens verſetzt werden.

37. In dem ſieben und dreyßigſten Verſuche wird gewieſen, wie die Luft zum Leben der allermeiſten Thiere unumgänglich nothwendig ſey. Dieſes zeigen wir, wenn wir eine Katze, Ratte, Maus, einen Vogel u. d. gl. unter den Recipienten ſetzen, und ihnen die Luft benehmen, da ſie denn auf eben die Art gar bald ſterben, wie wir ſie eben beſchrieben haben. Indeſſen iſt es nicht eines jeden Sache, der Neugierde einen ſo großen Vorzug vor der Menſchlichkeit zu laſſen, daß er einen ſo kläglichen Anblick gleichgültig anſehen könnte; beſonders iſt derſelbe dem ſchönen Geſchlecht allemal auf eine unangenehme Art empfindlich: welches denn die Urſache iſt, weswegen man, ſtatt lebendige Thiere zu martern, dergleichen Verſuche ausgeſonnen hat, wie der in der vorhergehenden Note eben beſchriebene.

38. Aus dem acht und dreyßigſten Verſuche erhellet, daß es einige Thiere gebe, zu deren Leben die Luft

Verſuch mit einem Goldſtücke und einer Feder macht.

Auf gleiche Weiſe iſt auch die Luft zu der Erzeugung des Schalles und deſſen Fortpflanzung nöthig: denn wenn man einen Wecker unter den Recipienten ſtellt, und ihn ſchellen läßt, ſo hört man ihn nicht, wenn die Luft heraus gezogen wird; der Schall aber nimmt immer nach und nach zu, ſo wie man mehr Luft hinein läßt und dieſe dicker wird.

Luft nicht unumgänglich nothwendig iſt. Denn es iſt bekannt, daß, wenn man Kröten, Steinſchmerlen (eine kleine Art von Fiſchen, die mit dem Aale viel Aehnlichkeit haben, und ſich im Moraſte aufhalten) Schlangen, und alle Arten von Inſecten unter den Recipienten bringt, und ihnen die Luft entzieht, ſie nicht ſogleich davon gerührt werden. Die geflügelten Inſecten aber können nicht fliegen, ſondern ſie laufen und kriechen ſehr geſchwind in dem Recipienten umher. Einige behaupten, die Fiſche müßten wegen Mangels der Luft ſterben; allein ich muß geſtehen, daß ich es niemals ſo weit habe bringen können. Sie ſcheinen aber ſehr beunruhigt, ſchwellen auch, werden krank; Herr Hawkesby aber verſichert uns, er habe ſie eine ganze Woche hindurch in dem luftleeren Raume erhalten: Sie haben ſich von ihren anfänglich übeln Zufällen erholt, und wären zu Erde der Woche ſo hurtig und lebhaft geweſen, als ob man ſie eben ſo lange in der freyen Luft aufbehalten hätte.

39. Der neun und dreyßigſte Verſuch zeigt uns, daß ohne Luft kein geflügeltes Thier fliegen kann. Hierzu iſt ein recht großer Buttervogel am bequemſten zu gebrauchen: Denn ſo bald er unter den Recipienten kommt, will er gleich fliegen und herum flattern; ſo bald ihm aber die Luft entzogen wird, bemerkt man keins von beyden mehr an ihm. Bindet man dieſem Inſecte einen feinen ſeidenen Faden um eins ſeiner Hörner, und hängt es an demſelben mitten in dem Recipienten auf; ſo

Das Gähren, Faulen u. d. gl. hängt ebenfalls von der Luft ab, und wird durch ſie befördert: wie ſolches daraus erhellet, in dem man allerley Früchte in ihrem natürlichen friſchen Zuſtande und Vollkommenheit, den Winter hindurch, auf die Weiſe erhält, in dem man ſie in einem von der Luft ausgeleerten Recipienten verwahrt.

Der Gebrauch der Taucherglocke rührt ebenfalls von ihrem Drucke und Federkraft her: denn

ſo bemüht es ſich anfänglich, gegen alle Seiten des Glaſes zu fliegen; ſo bald ihm aber die Luft entzogen iſt, kann es ſich gar nicht mehr aus ſeiner perpendicularen Lage bewegen, in welcher es vermöge ſeiner Schwere hängt, ſo ſehr es ſich auch beſtrebt, es zu thun.

40. Der vierzigſte Verſuch iſt der mit der verbrannten Luft. Dieſe Art der Luft wird durch das Feuer in den Recipienten gebracht: Denn wenn man ein brennendes Licht in denſelben hinein ſetzt, ſo verlöſcht es ſo gleich; welches man denn zu mehrernmalen auf eben die Weiſe wiederholen kann; das Licht aber brennt jedesmal länger, als vorher; woraus zu erhellen ſcheint, daß dieſe Luft mit der in den Bergwerken viele Aehnlichkeit hat, welche man Dämpfe zu nennen pflegt, die vermöge des Feuers ebenfalls wieder verdünnet werden.

41. Aus dem ein und vierzigſten Verſuche erhellet, daß in der vorerwehntermaaßen verbrennten Luft, die meiſten Thiere ſchleunig ſterben. Setzt man alſo einen Sperling unter den Recipienten in dieſelbe hinein, ſo wird er ſchwindlich, fällt um, bekommt Verzuckungen und ſtirbt ſogleich; auf eben die Weiſe, als Menſchen in einer giftigen Luft, wie z. E. in Bergwerken, Brunnen u. d. gl. todt darnieder fallen.

42. Der zwey und vierzigſte Verſuch zeigt uns, wie alle Körper ohn Unterſcheid, in dem luftleeren Raume, gleich geſchwind zu Boden fallen. Läßt man daher in einem von der Luft leeren Recipienten, ein Goldſtück und eine Feder zugleich oben herunter fallen; ſo

denn weil ſich der Raum, welchen die Luft ein-
nimmt, umgekehrt wie die auf ihn drückende
Kraft verhält; ſo iſt klar, daß bey einer Tiefe von
33 Fuß Waſſer, in welcher der Druck der äußern
Luft

ſo kommen beyde in eben der Zeit zugleich auf den Bo-
den. Wenn man ſie aber in freyer Luft herunter fal-
len läßt, ſo iſt der Fall der Feder viel langſamer, als
des Goldſtückes, und jene fällt auch nicht gerade her-
unter, ſondern bald nach dieſer, bald nach jener Sei-
te ſchief.

43. Der drey und vierzigſte Verſuch lehrt uns, wie zu einer jedweden Gährung und Fäulniß Luft erfordert wird. Nimmt man daher Aepfel, Birnen, Pflaumen, Kirſchen, und andere dergleichen Früchte, welche in der freyen Luft gar bald weich und faul werden, legt ſie unter einen Recipienten, zieht die Luft heraus, und ſtellt ſie nachher mit demſelben unter das Waſſer; ſo behalten ſie ihre friſche Geſtalt und Eigenſchaft, ohne im Geringſten zu faulen, oder einmal welk zu werden*. Auf eben die Art kann man auch Eyer, welche ſonſt in freyer Luft leicht faulen, in dem luftleeren Raume gut behalten, und ſie eine kurze Zeit nachher gebrauchen. Welches denn die Urſache iſt, weswegen ſie einige Leute in die Butter- oder Schmalztöpfe legen, damit ſie für der Luft bewahrt werden mögen.

44. Der vier und vierzigſte Verſuch lehrt uns, wie nöthig die Luft zum Hervorſproſſen oder Keimen und Wachstume aller Pflanzen und Gewächſe ohne Unterſcheid ſey. Denn wenn man eine gleiche Art von Saamen in zween verſchiedene mit eben der Erde gefüllte Töpfe, zu gleicher Zeit ſäet, den einen aber unter einem von der Luft ausgeleerten Recipienten verwahrt; ſo wird einem jeden, der den Verſuch macht, der Unterſcheid des Wachstums in beyden, deutlich genug in die Augen fallen.

45. Durch

* Alle Arten von Blumen können auf gleiche Weiſe erhalten werden, ohne, daß ihnen der Geruch oder die Schönheit entgeht.

Luft noch einmal ſo ſtark iſt, die Glocke halb mit Waſſer gefüllt ſeyn müſſe; bey einer Tiefe von 66 deren aber um $\frac{2}{3}$; bey der Tiefe von 99 Fuß um $\frac{3}{4}$, u. ſ. f. woraus denn die Urſache erhellet, weswegen

45. Durch den fünf und vierzigſten Verſuch werden wir überzeugt, daß die mit einem Phoſphorus auf Papier geſchriebene und nachher auf dem Teller der Luftpumpe gelegte Schrift, in dem luftleeren Raume leuchte, und nicht wie das gemeine Feuer, in demſelben verlöſche. Auch ſteigt von derſelben ein heller Dampf, gleich einer Art von Wolken, in dem Recipienten in die Höhe.

46. Wenn man, vermöge des ſechs und vierzigſten Verſuchs, das Papier, worauf die Schrift mit dem Phoſphorus geſchrieben worden iſt, mit einem naſſen Tuche beſtreicht, ſo bemerkt man ſtatt des aufſteigenden wolkigten Dampfes, in dem luftleeren Raume, Lichtſtrahlen. Mithin müſſen die Verſuche mit dem Phoſphorus in einem ſehr ſtark verfinſterten Zimmer gemacht werden.

47. In dem ſieben und vierzigſten Verſuche ſehen wir, daß aus einigen chemiſchen Vermiſchungen von mancherley Körpern, ein ſtarkes Aufbrauſen, Aufwallen und Entzündungen in dem luftleeren Raume, entſteht. Nimmt man daher eine gleiche aber kleine Quantität Vitriol, Oleum Tartari per Deliquium und Nelkenöl, und legt zwey oder drey Stückgen Phoſphorus hinein, ſo wird der vermiſchte Körper, in der freyen Luft, ſo gleich in Flammen geſetzt; aber bald wieder gelöſcht, wenn man nur ein Bisgen Waſſer darauf gießt. In dem luftleeren Raume wird er nicht nur leuchten, ſondern auch in einer Flamme aufwallen.

48. Der acht und vierzigſte Verſuch beſteht darinnen. Wenn man fließendes Bley oder anderes Metall unter den Recipienten ſetzt, die Luft heraus zieht, und es erkalten läßt, ſo bemerkt man, daß ſeine Oberfläche hohl iſt; in der freyen Luft aber erhaben rund. Die Urſache hiervon iſt ebenfalls die Ausdehnung, wie bey dem Waſſer, wenn es zu Eiſe gefriert. Weswegen denn auch

wegen dieſes Gefäß die Geſtalt einer Glocke haben muß, damit nehmlich die Perpendicularhöhe des Waſſers ſo gering als möglich ſey. Eben ſowohl iſt auch hieraus klar, warum die Glocke

ganz

auch das Eis merklich leichter iſt, wie das Waſſer, ſo, daß es in dieſem ſchwimmt. Auf gleiche Weiſe iſt auch ein jedes feſtes Metall leichter, als wenn es fließt; und eine Bleykugel ſchwimmt daher auf fließendem Bleye. Wie aber die Natur in dem Gefrieren eigentlich zu Werke gehe, iſt vermuthlich noch niemandem bekannt. Es geſchehe aber, wie es wolle, ſo iſt doch ſo viel gewiß, daß ein Theil dieſer Würkung in der Abſonderung der Theilgen beſtehe, vermöge welcher ſie in dem dichten, feſten oder unflüßigen Zuſtande weiter von einander entfernt ſind, als in dem flüßigen.

49. Durch den neun und vierzigſten Verſuch werden wir überzeugt, daß das Anſchießen in Chryſtallen, in dem luftleeren Raume nicht von ſtatten gehe. Werden daher Salze mit Waſſer vermiſcht, und es ſetzt ſich oben durch die Ausdünſtung ein dünnes Häutgen an, die Vermiſchung unter dem ausgeleerten Recipienten nachher, wie gewöhnlich, an einen kühlen Ort geſtellt; ſo ſetzen ſich keine Chryſtallen an, wie ſolches in der freyen Luft ſogleich geſchieht.

50. Der funfzigſte Verſuch zeigt endlich, daß, wenn man oben auf den Hals des offenen Recipienten ein Stück Holz kittet, Queckſilber darauf geſchüttet, und nachher ein- oder zweymal die Luft heraus zieht, der Druck der Luft auf das Queckſilber ſo ſtark iſt, daß es ſogar durch die Zwiſchenräumgen des Holzes, gleich einem überaus angenehmen Regen, herunter fällt; welcher Regen, wenn das Queckſilber wohl gereinigt und die Luft trocken iſt, in einem finſtern Zimmer leuchtet. So wie aber das Queckſilber durch das Holz durchgedrungen iſt, ſo wird die Luft ebenfalls dieſen Weg folgen, und machen, daß das Queckſilber in der Röhre fällt.

51. Dieſen Verſuchen in dem luftleeren Raume muß ich noch diejenigen beyfügen, welche die Verdickung der Luft betreffen. Wie z. E. 1) daß ein Gefäß ſchon

ſehr

ganz gemächlich in das Waſſer hinunter ſinken müſſe; damit nehmlich die Taucher Zeit gewinnen mögen, immer nach und nach wieder Luft hinein zu laſſen, weil ſie ſo ſtark zuſammen gepreßt wird;

ſehr ſtark ſeyn muß, wenn es der Gewalt der auf dieſe Weiſe durch den Druck verſtärkten Federkraft der Luft widerſtehen ſoll; aus welcher Urſache denn dergleichen Gefäße gemeiniglich von Meßing gemacht werden. Gebraucht man 2) ein gläſernes Gefäß, die Luft darinnen zuſammen zu preſſen, ſo kann man ſie zwar in demſelben nicht ſo ſehr verdicken; allein der Verſuch wird angenehmer, weil man den Gegenſtand dadurch ſehen kann, welchen man darunter geſetzt hat. 3) Iſt die Federkraft der Luft allemal deſto größer, je ſtärker ſie zuſammen gedruckt iſt; mithin lautet auch der Schall einer Glocke oder eines Weckers, darunter noch zwey oder dreymal ſo ſtark, wie in der gemeinen Luft; wenn dieſe nehmlich zwey bis dreymal ſo ſtark zuſammen gedrückt iſt. 5) Eine runde kleine gläſerne Flaſche wird von der zuſammen gepreßten Luft zerſprengt, welches durch den Druck der äußern Luft nicht geſchehen konnte. Obgleich 6) Thiere ſogleich ſterben, wenn ſie nicht diejenige Menge von Luft haben, die ihnen zur Unterhaltung des Lebens von Natur nöthig iſt; ſo kommen ſie doch nicht auf gleiche Weiſe um, wenn ihnen die Luft, in welcher ſie leben, um eben ſo viel verdickt wird. 7) Wird die Luft über dem Waſſer in einer Flaſche zuſammen gepreßt, ſo drückt ſie es durch eine hinein geſteckte Röhre, ſehr hoch, daß es nehmlich bis auf 30 Fuß ſpringt, wenn man ſie durch einen einzigen Druck nur noch einmal ſo ſtark zuſammen gedrückt hat; 60 Fuß aber, wenn ſie zweyfach ſo ſtark zuſammen gepreßt iſt; u. ſ. f. 8) Wird eine Blaſe, welche vermögend iſt, die Federkraft der äußern Luft auszuſtehen, durch die Federkraft der in ihr verdickten oder zuſammen gepreßten Luft zerſprengt. Kurz, die Kraft der zuſammen gedrückten Luft kann ſo ſtark vermehrt werden, daß ſie der allerſtärkſten Gewalt widerſteht, die nur in der Natur hervor gebracht werden mag. 9) Wird die über dem Waſſer eingeſchloſſene

wird; weil ihnen ſonſt die Blutgefäße zerſpringen würden, und ſie gar getödtet werden könnten: nebſt andern beſondern Umſtänden mehr, welche die Beſchaffenheit und die Art des Gebrauchs die-

ſer

ne und zuſammen gepreßte Luft, viel ſtärker erhitzt, als die gemeine äußere Luft, in welcher das Waſſer viel eher kocht, als unter jener zuſammengepreßten. 10) Iſt der Grad der Hitze, welchen das Waſſer auf dieſe Weiſe zuweilen erlangt, öfters ſo ſtark, daß das Löthbley, wenn es anders nicht hart genug iſt, davon aus einander geht; weswegen denn zu denjenigen Gefäßen, welche zu den Verſuchen von dieſer Art gebraucht werden, ein recht ſtarkes Löthbley genommen werden muß.

52. Aus dieſer ungemeinen Kraft der eingeſchloſſenen und elaſtiſchen Luft und Dampfes erklären wir die ausnehmende Würkung der Papinianiſchen Verdauungsmaſchine, in welche die Knochen über dem Feuer dergeſtalt gekocht und aufgelöſt werden, daß man einen geſunden und wohlſchmeckenden Gallert aus ihnen erhält. Man thut nehmlich die Knochen in ein mit einem Deckel verſehenes Gefäß, auf welches jener ſo dicht aufgeſchraubt werden kann, daß keine Luft durchgeht. Nachdem nun die Maſchine bey nahe mit Waſſer gefüllt iſt, und die Knochen hinein gethan ſind, ſo ſetzt man ſie über ein mäßiges Feuer, welches das Waſſer immer nach und nach in einen Dampf auflöſt. Dieſer nebſt der in der Maſchine eingeſchloſſenen Luft, würkt alſo dergeſtalt nachdrücklich auf die Knochen, daß ſie vollkommen aufgelöſt, mit dem Waſſer oder Brodem dergeſtalt wohl vermiſcht werden, daß alles mit einander zuſammen geronnen oder zu einem Gallert geworden iſt, ſo bald man es hat erkalten laſſen; und man es mit einem Meſſer heraus ſchneiden kann. Diejenigen, welche von den wunderbaren Würkungen dieſer Maſchine mehr wiſſen wollen, mögen des Erfinders eignes Werk nachleſen, wo er von dieſem Gegenſtande gehandelt hat.

[XCI.]

ſer Maſchine betreffen, und die wir in der folgenden Note ausführlicher erklären werden. [XCI.]

Die

[XCI.] 1. Damit ſich aber der Leſer einen gehörigen Begriff von der Taucherglocke machen möge, und zwar, ſo wie dieſelbe zu allerletzt von dem Herrn Halley und Triewald in Stockholm, verbeſſert worden iſt; ſo habe ich allhier zwo Zeichnungen von derſelben beygebracht. Die erſte iſt die Halleyſche, welche oben 3 Fuß, unten 5 Fuß weit, und 8 Fuß hoch, und deren Inhalt ohngefehr 63 Cubicfuß, oder beynahe 8 Oxhoft iſt.

Tab. XXIX. Fig. 4. 2. Dieſe war mit Bley überzogen, und ſo ſchwer, daß ſie zu Grunde ſank, wenn ſie auch ganz leer war; das Gewicht aber war unten um den Rand IK her dergeſtalt vertheilt, daß die Glocke beſtändig gerade herunter ſinken mußte und in keine andere Lage kommen konnte. Oben war ein ſtarkes und zugleich ſehr helles Glas D befeſtigt, daß das Licht von oben hineinſcheinen konnte; bey B aber war ſie mit einem Hahne verſehen, damit die Luft heraus gelaſſen werden konnte, welche von dem Odemholen des Tauchers in der Glocke entſtanden war. Unten bey LM war rund in der Glocke herum der Sitz, auf welchem die Taucher ſitzen konnten. Endlich hieng unten an drey Stricken der Stand für die Tauchers, auf welchem ſie ſtehend ihre Geſchäfte verrichteten. Dieſe Maſchine hieng übrigens an einem an dem Maſtbaume des Schiffes befeſtigten Queerbalken, welcher mit Riegels oben an dem Maſtbaume recht befeſtigt und zugleich mit Stricken verſehen war, an welchen der Balken mit der Glocke völlig über Boort an die Seite des Schiffes, und von da wieder zurück in daſſelbe gezogen werden konnte.

3. Damit man aber die Glocke unter dem Waſſer wieder mit friſcher Luft verſehen möchte, ſo waren zween Schläuche wie C, die ohngefehr 63 Gallons hielten, dergeſtalt gemacht und mit Bley eingefaßt, daß ſie zu Grunde ſinken konnten; jeder derſelben hatte unten ein Loch, das Waſſer hinein zu laſſen, ſo wie nehmlich die Luft wehrend dem Heruntersinken, in ihnen verdickt wurde; und es auch wieder heraus zu

gießen,

Die Federkraft der Luft aber erhellet aus derjenigen Operation der Wundärzte ſehr deutlich, welche

gießen, wenn ſie aus der Tiefe voll herauf gezogen wurden. Oben in einem Loche des Deckels der Schläuche war eine lederne mit Wachs und Oele wohlgetränkte Röhre befeſtigt, welche ſo lang war, daß ſie bis unter das Loch auf dem Boden reichte, wenn man ſie mit einem Gewichte unterſinken ließ, ſo, daß die Luft in dem obern Theile der Schläuche nicht heraus gehen konnte, wenn man nicht die untern Enden dieſer Röhren zuerſt in die Höhe hob.

4. Dieſe Luftſchläuche ſind auf die Weiſe mit Tauen verſehen, daß ſie auf eben die Art wechſelsweiſe einer um den andern, in die Höhe gezogen und wieder herunter gelaſſen werden können, wie ein paar über einer gemeinſchaftlichen Rolle hängende Waſſereimer in einem Brunnen. Wehrend dem, da ſie herunter gelaſſen werden, leitet man ſie an Stricken, welche unten an dem Ende der Glocke befeſtigt ſind, wo der Taucher auf ſeinem Stande ſteht, welcher ſie empfängt. Wenn nun derſelbe die Enden der Röhren, über der Oberfläche des Waſſers in der Glocke, ergreift, und ſie aufhebt; ſo macht er eben dadurch, daß das Waſſer in den Schläuchen alle Luft in den obern Theil innerhalb der Glocke treibt; ſo wie es unten in die Schläuche hinein dringt und ſie ausfüllt. So bald nun einer von ihnen ausgeleert iſt, ſo wird er, nach einem von dem Taucher gegebenen Zeichen, in die Höhe gezogen, und der andere herunter gelaſſen, um auf eben die Art gebraucht zu werden.

5. So wie nun die kalte Luft unten aus dem Schlauche in die Glocke hineindringt, ſo treibt ſie die warme, weil dieſe leichter iſt, durch den Hahn B oben in der Glocke, heraus, welcher denn zu eben dem Ende geöfnet werden muß. Hierdurch kann man die Luft beſtändig ſo friſch, und zugleich in ſolcher Menge haben, daß uns Herr Halley verſichert, er ſey einsmals ſelbſt nebſt noch vier andern Perſonen, neun oder zehn Klafter tief, bis anderthalb Stunden, unter dem Waſſer geweſen, ohne, daß ihm der geringſte üble Zufall zu-

welche wir das Schröpfen nennen: denn, wenn mit der Lampe durch die Wärme der Flamme die Luft

geſtoßen wäre; und er hätte es füglich ſo lange ausſtehen können, daſelbſt zu bleiben, als es ihm beliebt hätte, ohne, daß er dergleichen wahrſcheinlicher Weiſe hätte beſorgen dürfen.

6. Wenn man niedergelaſſen wird, ſo muß es anfänglich ganz gemächlich geſchehen, damit man es nach und nach gewohnt werde, die verdickte Luft in ſich zu ziehen, und die eingezogene in das Gleichgewicht mit der unter der Glocke komme. Bey jeglichen 12 Fußen, da ſie herunter gelaſſen wird, muß inne gehalten und das hineingetriebene Waſſer auf die Weiſe heraus getrieben werden, in dem man 3 oder 4 Barrels friſche Luft hinein läßt. Hierdurch iſt Herr Halley, wie er uns verſichert, vermögend geweſen, den Grund der See innerhalb dem untern Cirkel der Glocke in ſo fern trocken zu machen, daß er nicht bis über die Schuhe in den Schlamm oder Sand getreten wäre.

7. Durch das Glas oben in der Glocke aber ſey ſo viel Sonnenlicht hinein gefallen, wenn die See helle, ruhig und deren Oberfläche ohne Wellen geweſen wäre, daß er ganz vollkommen gut ſehen, leſen und ſchreiben, und um deſto mehr etwas unter der Glocke habe aufheben können. So wie nun die Luftſchläuche wieder herunter gelaſſen worden wären, ſo habe er auch allerley Befehle mit hinaufgeſchickt, die er mit einem eiſernen Griffel auf kleine bleyerne Platten geſchrieben, und auf welchen er befohlen, wo er immer von dem einen Orte zum andern mit der Glocke habe hingeſetzt ſeyn wollen.

8. Bey trüber Witterung aber, und da die See ſich bewegt habe, ſo ſey es auch unter der Glocke eben ſo dunkel geweſen, als in einer ſtock finſtern Nacht; zu dieſer Zeit habe er in der Glocke ſo lange ein brennend Licht haben können, als es ihm beliebt. Denn man hat durch Verſuche gefunden, daß daſſelbe ſehr nahe eben ſo viel eingeſchloſſene Luft verzehrt, als

Luft in dem Kopfe verdünnet, und dieſer nachher auf einen Theil des Leibes geſetzt worden; ſo würkt

P 2 die

als ein Menſch, nehmlich etwan jegliche Minute ohngefehr einen Gallon.

9. Die einzige Ungemächlichkeit aber, worüber ſich Herr Halley beſchwert hat, wenn er anfänglich unter das Waſſer gelaſſen worden, ſey dieſe geweſen, daß er einigen Schmerz in den Ohren empfunden, ſo, als ob ihm jemand das dünne Ende von einem Federkiele in die Ohren geſteckt hätte. Vielleicht rührt dieſes daher, weil die Luft einige Zeit braucht, ehe ſie durch den Mund und die Euſtachiſche Röhre zu den innern Theilen des Ohres dringen kann; iſt ſie nun ſo weit gelangt, ſo kommt ſie mit der äußern Luft, die auf das Trommelfell drückt, in ein Gleichgewicht, da denn der Scherz eine kurze Zeit aufhört. Wird man alsdenn tiefer herunter gelaſſen, ſo empfindet man ihn von neuem, und er verſchwindet abermal; und dieſes ſo lange fort: immer eins um das andere, bis man auf den Grund kommt, wo die Luft beſtändig gleich dicht iſt.

10. Einer von den Tauchern, welcher dieſen natürlichen Zufall zu vereiteln trachtete, ſteckte in jedes Ohr ein Stück gekäuetes Papier; welches ihm aber, ſo wie die Glocke immer weiter herunter gelaſſen wurde, ſo heftig in die Ohren hinein gedrückt wurde, daß der Wundarzt Mühe genug hatte, es wieder heraus zu bringen. Nimmt man übrigens eine Flaſche mit gemeiner Luft, ſtopft ſie dicht zu, und läßt ſie auf eine ziemliche Tiefe unter Waſſer, ſo bemerkt man, wenn ſie wieder in die Höhe gezogen wird, daß der Pfropf, durch den Druck des Waſſers, tiefer hinein gedrückt iſt.

11. Dieſe Glocke hat Herr Halley ſo ſehr verbeſſert, daß er einen von ſeinen Tauchers 80 bis 100 Yarden weit von derſelben wegſchicken konnte. Zu dieſem Ende hatte er eine Kappe machen laſſen, welche wie bey E. erhellet, einem umgekehrten Handkorbe ziemlich ähnlich ſahe, in welcher aber vorne ein Glas eingeſetzt war, durch welches der Taucher ſehen konnte, wo er hingieng. Dieſe Kappe war von Bley gemacht, und der-

geſtalt

die Federkraft der Luft in dem Fleiſche unter dem Glaſe ſo ſtark, daß daſſelbe zu ſchwellen und ſich in

geſtalt eingerichtet, daß ſie dem, der ſie aufſetzte, genau um die Schultern paſſete. Oben in derſelben war eine biegſame Röhre, welche in die Glocke gieng, und durch welche er, wenn es nöthig war, friſche Luft ſchöpfte; zu welchem Ende ſich denn nicht weit von der Kappe ein Hahn befand, den er auf- und zuſchließen konnte. An dem andern Ende dieſer Röhre in der Glocke aber, war noch ein anderer Hahn, welcher darzu diente, den Zufällen vorzubeugen, welche dem Taucher außer der Glocke etwan begegen möchten.

12. Dieſer aber muß jederzeit wohl, und beſonders mit dickem Flannelle, bekleidet ſeyn, welcher Anzug aber vorher auf ſeinem Körper recht warm geworden ſeyn muß, ehe er aus der Glocke heraus geht; damit er von der Kälte des Waſſers keine übeln Zufälle bekomme. Dieſe Kappe hält genau ſo viel Luft, als dem Taucher nöthig iſt, eine oder zwo Minuten Odem zu holen; ſo wie er ſich aber weiter von der Glocke entfernen will, muß er den Hahn aufdrehen und friſche Luft hinein laſſen. Dieſe Röhre windet er um den Arm, und ſie dient ihm zugleich als ein Leitfaden, den Weg nach der Glocke wieder zu finden.

13. Die letzte Verbeſſerung hat die Taucherglocke von dem Herrn **Martin Triewald**, einem Mitgliede der königlichen Societät und Ingenieurhauptmann ſeiner Majeſtät des Königs in Schweden, erhalten. Die Beſchaffenheit und Geſtalt erhellet aus einer von ihm ſelbſt gemachten Zeichnung. AB iſt die Glocke, welche, wie aus dem unter ihr befindlichen Maaßſtabe erhellet, viel kleiner, mithin auch viel wohlfeiler iſt, als des Herrn Halley ſeine. Sie ſinkt vermöge der unten an ihr befindlichen Bleygewichte D, D, unter. Die Materie der Glocke iſt Kupfer, und innwendig durchgehens verzinnet. Weil nun das Waſſer in der Oſtſee und in den Flüſſen in dieſen Gegenden, ſehr helle iſt, ſo iſt die Glocke mit drey erhabenen Gläſern, die, mehrerer Sicherheit wegen, mit Kupfer eingefaßt ſind, bey H, H, H, verſehen.

Tab. XXIX. Fig. 5.

14. Der

in dem Kopfe wehrend der Zeit zu verbreiten beginnet, da der Druck auf die außer dem Kopfe be=

P 3 ſind=

14. Der eiſerne Ring oder Platte E dient darzu, daß der Taucher darauf treten kann, wenn er arbeitet. Dieſer hängt ſo weit unter der Glocke, daß, wenn der Taucher aufrecht ſteht, ſein Kopf genau über der Oberfläche des Waſſers in der Glocke hervorragt; dieſes aber iſt ungleich beſſer, als ob er denſelben weiter oben in derſelben hätte, weil nahe über der Oberfläche des Waſſers die Luft kühler und für das Odemholen beſſer iſt, als oben in der Glocke.

15. Wenn es aber nöthig iſt, daß der Taucher ganz und gar in der Glocke, und deſſen Kopf mithin in dem obern Theile derſelben ſey; ſo hat Herr Triewald eine ſolche Einrichtung gemacht, daß, wenn der Taucher ſeinen Odem in der warmen Luft ſo lange geſchöpft hat, als es ihm möglich geweſen, er an der Seite der Glocke eine rund an derſelben umher gewundene kupferne Röhre *b* C findet, durch welche er auch die untere kühlere Luft, über der Oberfläche des Waſſers, in ſich ziehen kann. In welcher Abſicht denn an dem obern Ende derſelben eine biegſame lederne Röhre, etwan zween Fuß lang, oben an der vorerwehnten Röhre bey *b*, befeſtigt, und an dieſem Ende mit einem eilfenbeinernen Mundſtücke verſehen iſt, welches der Taucher in den Mund nimmt, und auf dieſe Weiſe dadurch die Luft von unten herauf in ſich zieht. Dieſes aber kann ſo wohl geſchehen, er mag ſtehen, ſitzen, liegen, oder eine Lage ſeines Körpers annehmen, welche er wolle.

16. Hier kann ich nicht umhin, die Erfindung eines gewiſſen anſehnlichen Mannes zu Newton-Buſhel in Devonſhire anzuführen. Sie beſteht darinnen, daß er einen ganzen Anzug von ſtarkem dichten Leder erfunden hat, welcher etwan ein halbes Oxhof Luft enthielt, denſelben ſo zubereiten läßt, daß keine Luft durchdringen kann, und ihm recht genau über die Arme und Beine paßt, vorne aber mit einem Glaſe verſehen iſt. Wenn er nun dieſen Anzug anlegt, ſo kann er in demſelben nicht nur auf dem Grunde der See, ſondern auch in die Zimmer an alle und jede Oerter eines verſun=

lichen Theile, die Bewegung des Bluts und der übrigen Säfte, gegen diejenige Seite beſchleunigt, wo dieſe ausdehnende Kraft durch den Kopf entweder vermindert oder gar aufgehoben iſt.

Weil wir nun wiſſen, daß die Hitze die zurücktreibende Kraft in den Theilgen eines flüßigen Weſens vermehrt, dadurch ſeine ausdehnende Kraft vermehrt wird, und dieſe macht, daß es ſich in einen größern Raum ausbreitet; die Kälte aber genau die entgegengeſetzte Würkung äußert; ſo lernen wir dadurch den Gebrauch des **Thermometers** oder desjenigen Inſtruments kennen, welches die **verſchiedenen Grade der Wärme und Kälte der Luft**, durch die ungleichen Höhen des Weingeiſtes in dieſem Inſtrumente, angiebt. [XCII].

verſunkenen Schiffes gehen, und nach Gefallen Güter aus demſelben heraus transportiren. Der Erfinder hat dieſes Verfahren ſeit 40 Jahren getrieben, und ſich dadurch ſo wohl ein anſehnliches Vermögen, als ſtarken Ruf erworben.

[XCII.] 1. Weil das **Thermometer** die verſchiedenen Grade der **Wärme und Kälte**, durch die Ausdehnung mancherley Arten der flüßigen Körper anzeigen ſoll; ſo hat man auch mancherley Mittel, Wege und Geſtalten dieſes Inſtruments ausgeſonnen, wodurch man dieſen Zweck zu erreichen ſuchte. Zuerſt brauchte man Luft, nachher Oel, hierauf Weingeiſt, und endlich Queckſilber, womit die Verſuche angeſtellet wurden.

2. Was die Federkraft der Luft anlangt, ſo wird dieſelbe durch die Hitze und Kälte ungleich eher empfindlich, als ein jedwedes andere flüßige Weſen; mithin ſuchte man durch dieſe den erwehnten Zweck am erſten zu erreichen. Dieſes könnte auch füglich geſchehen, wenn der Druck der äußern Luft nur nicht auf ſie, und zwar zuweilen mit ihr und auf eben die Art, zuweilen aber ihr gerade entgegen würkte; wodurch denn

die Würkungen der Wärme und Kälte ſehr ungewiß und dieſes Inſtrument zugleich unbrauchbar werden muß. So hebt z. E. die in der Flaſche A F eingeſchloſſene Luft, durch ihre Ausdehnung, wenn die äußere Luft wärmer wird, das Waſſer in der Röhre höher, als zu dem Punkte H; iſt ſie aber leichter zu eben der Zeit, ſo wird ſie auch die Oberfläche des Waſſers bey H nicht ſo ſtark drucken, mithin geſtatten, daß es höher ſteigt. Iſt aber die Luft ſchwerer, ſo würkt ſie der Federkraft gerade entgegen, und geſtattet nicht, daß das Waſſer ſo hoch ſteigt. Eben dieſes wird man auch in Betracht der Zuſammenziehung bemerken, welche die Kälte verurſacht. Weswegen denn ein ſolches Inſtrument zu keinem allgemeinen und beſtändigem Gebrauche dient; obgleich vielleicht zu einem Gebrauche in einzelnen Fällen, vielleicht kein beſſeres zu finden iſt, wie z. E. wenn man die verſchiedenen Grade der Kälte in den Kellern, oder Wärme in den Zimmern in eben dem Stockwerke, beſtimmen wollte. Tab. XXIX. Fig. 1.

3. Aus dieſer Urſache iſt man genöthigt worden, zu einer andern Art des flüßigen Weſens ſeine Zuflucht zu nehmen, welches in einer oben zugeſchmolzenen Röhre für dem Drucke der äußern Luft geſichert ſey, und nur einzig und allein durch die Wärme und Kälte der um ihm befindlichen äußern Luft, entweder ausgedehnt oder zuſammen gezogen werden könnte. Weil nun die meiſten flüßigen Weſen durch einen ſtarken Grad der Kälte friehren, oder doch wenigſtens verdickt werden; ſo fiel man ſo gleich darauf, den Weingeiſt hierzu zu gebrauchen, und ihn ein wenig mit Cochenille zu färben, weil ſich dieſe Art der Farbe am beſten darzu ſchickte. Mithin wurden die Thermometers durchgehens alſo gemacht, und allenthalben gebraucht.

4. Ob nun gleich die mit dem Weingeiſte gefüllten die verſchiedenen Grade der Hitze der Luft anzuzeigen, ſehr geſchickt waren; ſo thaten ſie doch den Abſichten dererjenigen kein Genügen, welche weiter gehen und auch die verſchiedenen Grade der Wärme in andern Körpern, wie z. E. in dem kochenden Waſſer, ſiedendem Oele, fließenden Metallen, ja dem Feuer ſelbſt, wiſſen wollten, wie auch die ungleichen Grade der Kälte, die man an dem Weingeiſtthermometer nicht beobachten kann. Denn wenn der Weingeiſt nur ziem-

lich heiß wird, ſo zerſprengt er die Röhre gar leicht; in einem ſtarken Grade der Kälte aber gefriehrt er; wie ſolches diejenigen franzöſiſchen Weltweiſen gefunden haben, welche nach dem nordpolar Cirkel geſchickt worden ſind, daſelbſt einen Grad der Erde zu meſſen.

5. Was mich anlangt, ſo habe ich durch Verſuche gefunden, daß das Leinöl einen viermal ſo ſtarken Grad der Hitze erfordert, wenn es eben ſo kochen ſoll, wie das Waſſer, aus welchem Grunde man es denn gar bald in den philoſophiſchen Unterſuchungen, ſtatt des Weingeiſtes, gebraucht hat. Eines ſolchen Inſtruments hat ſich auch Herr Iſaac Newton bedient, und vermittelſt deſſelben denjenigen Grad der Hitze entdeckt, welchen das Waſſer annehmen muß, wenn es kochen ſoll, durch welchen Wachs fließend, Weingeiſt gekocht, Zinn, Bley u. d. gl. geſchmolzen wird. Außer dieſen Unterſuchungen und Fällen finden wir nicht, daß das Oelthermometer gebraucht worden ſey. Aus welcher Urſache denn, und auch zugleich, weil das Oelthermometer ſo gleich ſchmierig und ſchmutzig wird, dieſes zuletzt nicht mehr ſo ſtark, ſondern an deſſen Stelle das

6. Queckſilberthermometer gebraucht worden iſt, weil dieſes einen ſolchen Grad der Hitze und Kälte ausſtehen kann, als es nur von einem Inſtrumente dieſer Art zu erwarten iſt. Herr Fahrenheit in Amſterdam war der Erfinder dieſes Thermometers; und obgleich viele Künſtler dergleichen eben ſo wohl als er machen, ſo behält es doch von ihm noch immer den Namen. Der Doctor Boerhaave braucht kein ander Thermometer, als dieſes. So wie ſich nun das Queckſilber ganz frey und einförmig von dem harten Froſte an, bis zu der ſtarken Hitze des Sommers, ausdehnt, ſo ſind auch dieſe Thermometers ſo eingerichtet und mit einer Scala verſehen, zwiſchen welche nur dieſe beyden äußerſten Grade eingeſchloſſen ſind; und die Abtheilungen gehen da an, oder der Punkt 0 ſteht bey derjenigen Höhe des Queckſilbers, die man bemerkt, wenn es zu friehren, oder der Schnee aufzuthauen beginnet; aus welcher Urſache denn dieſer Punkt der Eispunkt genennt wird. Dieſes Thermometer iſt nicht groß, ſondern ziemlich kurz, und von einer ſo bequemen Form,

daß

daß man es gar bequem in dem Schubſacke mit ſich führen kann, wohin man will

7. Was aber das große fahrenheitſche Thermometer anlangt, ſo iſt daſſelbe auf eine andere Art getheilt, weil es zu genauern Unterſuchungen beſtimmt iſt. An demſelben iſt die Kapſel, worinnen ſich das Queckſilber befindet, nicht kugelförmig, wie bey den gemeinen Thermometern, ſondern cylindriſch; und zwar aus der Urſache, damit die Hitze, ſo bald als möglich, zu den innerſten Theilen des Queckſilbers dringen, und die ganze Maſſe deſſelben einförmig und zugleich ausgedehnt werden möge. Woher es denn kommt, daß in dieſen cylindriſchen Kapſeln, das flüßige Weſen ſich ſo gleich ausbreitet und in die Höhe ſteigt; dahingegen in den kugelförmigen aber, durch die ſchleunige Ausdehnung der Kugel anfänglich, vorher zu fallen beginnt, und nachher erſt in die Höhe ſteigt, wenn es durchgehens erwärmt und eben daher ausgedehnt iſt. Uebrigens habe ich hier eine Figur ſo wohl von dem fahrenheitſchen Queckſilberthermometer, als des Newton ſeinem mit Leinöle gefüllten, beygebracht.

8. Ich nehme hier des Herrn Newton ſeins aus der Urſache, weil es am geſchickteſten iſt, ein Richtthermometer oder Wetterglas abzugeben; und weil man auch ſo gar nach demſelben die verſchiedenen Grade der Wärme, in dem menſchlichen Körper beobachten kann; ferner auch die Grade der Wärme, welche die verſchiedenen Gewächſe in den Treib- oder Gewächshäuſern, auf Miſtbeeten u. d. gl. erfordern. In allen dieſen Fällen iſt es nöthig, ein gemeinſchaftliches, untrügliches, allgemeines und ein für allemal feſt geſetztes Maaß der Wärme zu haben, welches zu allen Zeiten und allenthalben, eben den Grad der Hitze auf die Art zeigt, in dem ſich das flüßige Weſen beſtändig einförmig ausdehnt; nach welchem denn die Scala bey einem jedweden Richtthermometer eingerichtet werden ſollte. Tab. XXX. Fig. 5.

9. Zu dieſem Ende muß die Röhre, ſo wie ſie noch leer iſt, auf einer Waage recht genau abgewogen, alsdenn aber die Kapſel, und ferner der zehnte Theil der Länge der Röhre über derſelben, mit Queckſilber gefüllet werden. Nachher wägt man das Thermometer

abermal; da denn der Unterſchied zwiſchen dieſem und jenem Gewichte, das Gewicht des eingeſchütteten Queckſilbers giebt. Aus dieſem aber erhält man den hundertſten Theil des ganzen gar leicht. Der Ort aber, wie weit die Oberfläche des eingeſchloſſenen Queckſilbers in der Röhre geſtiegen iſt, bemerkt man mit einem Faden, Diamante, oder Feuerſteine.

10. Hierauf wägt man 9 oder 10 Theile Queckſilber ab, deren jegliches der hundertſte von dem iſt, welches man zuerſt in die Röhre hinein gethan hat, ſchüttet ſie alle eins nach dem andern auf das Queckſilber in der Röhre, und bemerkt an derſelben jedesmal, wie hoch die Oberfläche eines jedweden der erwehnten Theilgen in derſelben ſteht. Wodurch man denn die Röhre in bequeme größere Theile getheilt hat, welche, wenn jene anders allenthalben gleich weit iſt, einander ebenfalls gleich ſind; iſt jenes aber nicht, ſo ſind ſie ungleich; ein jeder dieſer Raume aber muß in 10 andere Theile getheilt werden, welche denn auf eben die Weiſe entweder größer oder kleiner ſind, wie die erwehnten Hapttheile.

11. Nachdem dieſes geſchehen iſt, ſo hat man den Inhalt der Röhre in 1000 Theile der Theile der Kugel eingetheilt, und der nächſte Theil der Röhre reicht bis zu dem erſten Merkmale. Nunmehr bringt man die Röhre an ein Geſtelle, und ſetzt auf dieſem an der Seite jener, die in 1000 Theile getheilte Scala, welche mit denen auf der Röhre genau übereinſtimmt; neben das erſte Merkmal aber ſetzt man 1000, neben das zweyte 1010, das dritte 1020, u. ſ. f. wie es aus der Figur erhellet.

12. Nachdem nun die Röhre des Nichtthermometers nebſt ſeiner Scala erwehntermaaßen eingerichtet iſt, ſo füllt man es mit einem gewiſſen hierzu bequemen flüßigen Weſen an, wie z. E. Leinöle, in denen Fällen nehmlich, in welchen kein großer Grad der Hitze zu wiſſen verlangt wird; erfordert man aber dergleichen, ſo braucht man Queckſilber. Wenn nun das flüßige Weſen eingegoſſen wird, ſo muß es in einer ſolchen Menge genommen werden, daß es genau bey dem Hauptpunkte, welcher mit 1000 bezeichnet und der Eispunkt iſt, ſteht. Hier aber muß man viel Behut-

hutſamkeit gebrauchen, dieſen Punkt durch mehrere Verſuche beſtimmen, und das flüßige Weſen zu demſelben immer nach und nach, wie auch ſehr einförmig, ſteigen laſſen.

13. Iſt dieſer Punkt genau beſtimmt, ſo hat man die meiſte Mühe überſtanden: denn nunmehr ſetzt man die Kugel in kochendes Waſſer, geiſtige Weſen, Oele, geſchmolzene Metalle u. d. gl. ferner in den Schnee, allerley durch die Kunſt gemachte Vermiſchungen u. d. gl., durch welche die Kälte oder der Froſt verſtärkt wird; da man denn die verſchiedenen Grade der Wärme und Kälte, vermittelſt der Ausdehnung, an den Zahlen bemerken kann, welche neben die verſchiedenen Höhen geſetzt ſind, zu welchen das flüßige Weſen in jedem Falle in der Röhre ſteigt; da denn dieſe iedesmal an die Seite der Scale geſchrieben werden müſſen. Und weil eben der Grad der Hitze eins und eben das flüßige Weſen, auch zu allen Zeiten gleich, ausdehnt, ſo iſt klar, daß, wenn die Thermometers oder Wettergläſer an allen Orten auf dieſe Art gemacht würden, die mit ihnen angeſtellten Beobachtungen an allen Oertern und Gegenden der Welt mit einander verglichen werden könnten; welches auf keine andere Art als dieſe, geſchehen kann *: wodurch denn aber dieſer Theil der Weltweisheit ſeine gröſseſte Vollkommenheit erlangen würde.

14. Nach einem von dieſen Richtthermometern, wenn es anders wohl gerathen iſt, können viele andere mit einem elaſtiſchen flüßigen Weſen gefüllte, gar leicht gemacht werden, ohne, daß es eben nöthig iſt, ihre Röhren auf eben die vorher beſchriebene Weiſe, und durch das Einſchütten gleicher Quantität, zu theilen. Denn

* Der Herr Georg Martin hat uns ein vortrefliches Werkgen von der Verfertigung, dem Gebrauche und der Vergleichung der Wettergläſer mit einander ꝛc. geliefert, wo er auf eine ſehr geſchickte Art zeigt, wie das letzte ſonderlich, geſchehen könne, wenn man nur einen Grad der Witterung mit einem bekannten Thermometer, erſt entdeckt hat; allein es erfordert dieſe Vergleichung freylich Geſchicklichkeit, Kunſtgriffe und einige Rechnung.

Denn wenn die Kapſeln oder Kugeln, und über dieſes ein bequemer Theil der über ihnen befindlichen Röhre, mit demjenigen flüßigen Weſen gefüllt iſt, welches darzu gebraucht wird; ſo ſetzt man ſie zuſammen in kaltes Waſſer. So wie man nun dieſes immer ſo ſehr nach und nach als nur möglich iſt, warm werden läßt, endlich erhitzt, und daher das Oel in dem Richtthermometer durch alle auf der Scale verzeichnete Grade ſteigt; ſo bemerkt man in eben den Augenblicken alle Höhen des flüßigen Weſens an den Röhren der neuen Thermometers; und richtet die Scala für dieſelben dergeſtalt ein, daß ſie mit dieſen Merkmalen übereinkommt. So wie nun das flüßige Weſen immer nach und nach erkaltet, und wieder herunter ſinkt: ſo muß man zuſehen, ob ſie allerſeits mit denen an ihnen verzeichneten Abtheilungen übereinſtimmen. Den Eispunkt in ihnen aber zu beſtimmen, muß man ſie alle mit einander ſo lange in dem Waſſer ſtehen laſſen, bis es gefriert: oder, wenn man alle übrigen Punkte gehörig beſtimmt hat; ſo kann man dieſen leicht nach der Regel de tri finden.

15. Uebrigens muß ein Thermometer, welches die kleinen Veränderungen der Hitze und Kälte der äußern Luft deutlich anzeigen ſoll, eine, in Betracht gegen die Weite der Röhre, ziemlich große Kapſel haben. Damit aber die Wärme und Kälte deſto eher in die innerſten Theile des flüßigen Weſens dringen könne; ſo darf die Kapſel nicht kugelförmigrund, ſondern platt ſeyn; die Röhren aber müſſen mit denjenigen Graden der Hitze, die ſie zeigen ſollen, eine verhältnißmäßige Länge haben.

16. Herr Iſaac Newton bezeichnete ſeine Richtthermometers an beyden Seiten ſo, wie es aus der Figur erhellet. Die Grade an der rechten Seite zeigen die Hitze des Oels; die an der linken aber den körperlichen Inhalt. Weil dieſe aber ſowohl als jene, von dem Einspunkte mit 0 anfangen, und aufwerts mit den gemeinen Abtheilungen 10, 20, 30, 40 u. ſ. w. fortgehen; ſo dienen dieſe Grade eben ſo wohl zu beyden Abſichten; weil ſich der Grad der Hitze beſtändig wie die Ausdehnung der Menge des flüßigen Weſens über oder unter dem Eispunkte verhält.

17. Unter dieſen Graden zur linken Hand muß ich einige bemerken, die gewiſſe Hauptartikels auf des Herrn

Iſaac

Iſaac Newtons Scala der verſchiedenen Grade der Hitze auszeichnen, wie ſolches aus der folgenden Tabelle erhellet.

Grade der Hitze.	
0	Des Waſſers, wenn es eben zu friehren, oder der Schnee zu thauen beginnt.
1 bis 4	Grade der Wärme der Luft im Winter.
4 bis 8	Grade der Wäre im Frühlinge und Herbſte.
8 bis 12	Wärme der Luft im Sommer.
13	Gröſzeſte Hitze im Sommer.
26	Gröſzeſte Hitze der äußern Theile des menſchlichen Körpers.
31	Wärme des Waſſers, in welchem man kaum die Hand halten kann.
$36\frac{1}{2}$	Wärme des Waſſers, durch welches man kaum die Hand bewegen kann.
43	Geſchmolzen Wachs, welches eben ſteif und undurchſichtig wird.
$51\frac{1}{2}$	Fließend Wachs, wenn es eben zu kochen beginnt.
54	Weingeiſt, welcher anfängt zu kochen.
72	Waſſer, wenn es anfängt zu kochen.
75	Waſſer, welches ſehr ſtark kocht.
86	Geſchmolzene Vermiſchung von $\frac{1}{10}$ Bley; $\frac{2}{5}$ Zinn, und $\frac{1}{2}$ Wismuth.
103	Geſchmolzene Vermiſchung von gleich vielem Zinn und Wismuth.
122	Geſchmolzene Vermiſchung von $\frac{3}{5}$ Zinn und $\frac{2}{5}$ Bley.
154	Hitze, in welcher Zinn ſchmelzt.
174	— — Wismuth ſchmelzt.
206	Geringſte Hitze, in welcher Bley ſchmelzt.
290	Hitze, in welcher brennende Körper bey finſterer Nacht leuchten.
410	Hitze eines kleinen Kohlenfeuers.
450	— — — Holzfeuers.

18. Den

18. Den Eispunkt betrachtet Herr Hales als einen von denen beyden, zwiſchen welchen ſich die zum Wachstume der Pflanzen nöthige Witterung befindet, und zwar dieſen eben erwehnten als den Kältern; den Wärmern aber ſetzt er auf denjenigen Grad der Wärme, in welchem das Wachs zu ſchmelzen beginnet, weil ein größerer Grad derſelben, anſtatt daß er die Nahrungstheilgen ſammeln und zum Wachstume anwenden ſollte, ſie vielmehr zerſtreuet, auch ſo gar die, welche am meiſten zähe und klebricht ſind; weswegen denn die Pflanzen und Gewächſe, in einem ſolchen Grade der Wärme vielmehr verwelken als zunehmen.

19. Den Raum zwiſchen dieſen beyden Punkten theilt er an ſeinen Barometern in 100 gleiche Theile. Wenn wir aber ſeine Zahlen in denen nach dem Richtthermometer ausdrücken; ſo ſind diejenigen, die er in einzelnen Fällen zum Wachstume als merkwürdig erachtet, nachfolgende. Für die Myrrhen, $4\frac{1}{2}$; Pomeranzen, $6\frac{1}{2}$; Ficoides, $7\frac{1}{2}$; indianſche Feigen, $8\frac{1}{2}$; Aloe, 10; Cereus, 11, Euphorbe, 12; Pigmento, 13; Ananas, $14\frac{1}{2}$; Melondiſtel, $15\frac{1}{2}$; Luft unter dem Glasfenſter auf dem Miſtbeete, 17; Wärme des Miſtbeetes, 28. Wird aber die Hitze des Miſtbeetes ſo ſtark bis 40, oder noch ſtärker, ſo verbrennen die Pflanzen und gehen gar aus. Der Grad der Wärme der Milch, ſo wie ſie eben gemolken, iſt 28; des Urins 29; und des Bluts in einem Fieber beynahe 40.

20. Weil das Fahrenheitſche Thermometer ſo durchgängig gebraucht wird, ſo habe ich es hier nebſt das Richtthermometer geſetzt, damit man die Abtheilungen des einen mit den Abtheilungen auf dem andern, durch den bloßen Anblick, vergleichen könne, und der Gebrauch beyder deſto eher beybehalten werden möge. Will indeſſen der Leſer von allen Arten der Thermometer genauere Nachricht einziehen, oder vielmehr von den verſchiedenen Arten, wie ſie getheilt werden, ſo wird er ſich aus des Herrn D. Georg Martins Abhandlung von dieſer Materie, vollkommen Raths erholen können.

21. Bey dem Beſchluſſe dieſes Artikels muß ich noch anmerken, daß der Herr Graf von Cavendiſch letzthin eine gar artige Einrichtung von Thermometern, und

Die Feuchtigkeit und Trockenheit oder Dürre der Luft bemerkt man an dem Hygrometer. Dieſes Inſtrument wird auf mancherley Art gemacht; doch iſt das mit der Schnur oder dem Stricke das gewöhnlichſte und nützlichſte: denn der Strick zieht ſich von der Näſſe zuſammen und bewegt einen ſenkrecht an demſelben befeſtigten Zeiger, immer nach einer Strecke in die Runde; die trockene Witterung aber macht, daß ſich der Strick nach der entgegengeſetzten Strecke aufdreht und den Zeiger auf einer Cirkelſcheibe, deren Umfang in ſeine Grade getheilt iſt, umwendet. [XCIII] [XCIV].

Dieſe

zwar zwo verſchiedenen Arten derſelben, erfunden hat: das eine dient, den größten Grad der Hitze, und das andere, den ſtärkſten Grad der Kälte zu bemerken, welche beyde ſich zu einer Zeit ereignet haben, da jemand abweſend geweſen iſt. Man kann ſich aber von der Einrichtung dieſer Inſtrumenten, durch die bloße Beſchreibung, nicht ſo wohl einen deutlichen Begriff machen, als wenn man ſie ſelbſt in Augenſchein nimt.

[XCIII.] 1. Das Hygrometer, oder auch zuweilen Notiometer genannt, iſt ein dergeſtalt eingerichtetes Inſtrument, daß man an demſelben die Menge der Feuchtigkeiten oder Dünſte in der Luft beobachtet; oder vermittelſt welches wir die ungleichen Grade der Feuchtigkeit und Dürre der Luft, zu verſchiedenen Zeiten, meſſen können. Zu dieſem Ende hat man von je her mancherley Körper gebraucht und Verfahren ausgeſonnen, ob gleich kein einziges ſo beſchaffen geweſen iſt, daß man den vorgeſetzten Zweck vollkommen dadurch erreicht, oder ſie beſtändig beybehalten hat.

2. Man hat daher Cattunzeug, Schwamm u. d. gl. an eine genaue Waage gehängt, und ins Gleichgewicht gebracht; wenn nun dergleichen Körper nachher die Feuchtigkeiten aus der Luft an ſich gezogen haben, ſo ſind ſie ſchwerer geworden, welches man denn daran hat ſehen können, wenn ſie herunter geſunken ſind.

Iſt

Dieſe Vorleſung werde ich damit beſchließen, indem ich von der Bauart und dem Gebrauche ſo- wohl der gemeinen, als einer von mir ſelbſt neu- erfun-

Iſt nun die Lufe nachher trockner geworden, ſo hat ſie die Feuchtigkeiten aus dem erwehnten lockern Körpern wieder an ſich gezogen; wodurch denn dieſe auch leichter geworden und in die Höhe geſtiegen ſind. Weil es aber mit dieſem ſo wohl ſchwerer als leichter werden ziemlich langweilig zugeht, ſo iſt dieſes Verfahren von einem gar gar geringen Nutzen. Auch hat man auf eben die Art und in gleicher Abſicht, Salz gebraucht, weil dieſes die Feuchtigkeit an ſich zieht; allein, man hat ebenfalls wenig oder nichts damit ausgerichtet.

3. Man würde aber nicht zu Ende kommen, wenn man alle dieienigen Verfahren beſchreiben wollte, welche die Weltweiſen in eben der Abſicht verſucht haben, von welchen aber die meiſten ohne einigen glücklichen Erfolg geweſen ſind. Da aber doch einige beſſer von ſtatten gegangen ſind, als andere, und man ſie auch eine geraume Zeit beybehalten hat, ſo werde ich allhier dasjenige beſchreiben, welches ich unter allen denen für das beſte halte, auf welches ich mich nur beſinnen kann. Zu dieſem Inſtrumente braucht man entweder einen Strick von Hanf, oder eine aus Katzendärmen gemachte Saite, welche Materie unter allen die Feuchtigkeit und Dürre der Luft auf die Weiſe am beſten anzeigt, indem ſich die Saite von der Feuchtigkeit der Luft zuſammen dreht und kürzer, durch die Dürre derſelben aber aufdreht und länger wird.

Tab. XXIX. Fig. 6.

4. Es ſey demnach ABC der untere Theil eines gedreheten Strickes, Schnur oder Saite, welche oben von der Decke des Zimmers neben der Wand oder dem Fenſter deſſelben herunter hängt. KLMN iſt ein ziemlich großer in 100 gleiche Theile getheilter Cirkel, in deſſen Mittelpunkte ſich eine kleine mit einem Zeiger OP verſehene Rolle IB befindet, an welcher ſich jener herum dreht. Wird nun die Schnur um die Rolle gewunden und unten an dieſelbe ein kleines Gewicht oder Kugel D befeſtigt, damit die Schnur immer gerade herunter hängt;

erfundenen Art der Luftpumpe Nachricht ertheile. Die gemeine oder große Luftpumpe iſt da vorgeſtellt, wo *aa*, *aa* die beyden meßingenen Stiefels

hängt; ſo dreht ſich die Schnur, ſo wie ſie die Feuchtigkeit der Luft an ſich zieht, zuſammen und wird kürzer. So wie ſie aber kürzer wird, dreht ſie die Rolle IB um, welche denn vermittelſt ihres Zeigers OP auf die Grade des getheilten Cirkels weiſt; ſo, daß man ſo wohl die verſchiedenen Grade der Feuchtigkeit als Dürre, an dem Zuſammenziehen und Ausdehnen der Schnur, bemerken kann.

5. Ferner: wenn die Kugel D über dem Mittelpunkte E eines andern in ſeinen Theile getheilten horizontal liegenden Cirkels hängt, und jene ebenfalls mit einem Zeiger EF verſehen iſt, welcher, ſo wie er umgedreht wird; auf die Abtheilungen weiſt; ſo deutet dieſer, durch das Zuſammen- und Aufdrehen der Schnur BC, die verſchiedenen Grade der Feuchtigkeit und Dürre der Luft eben ſo wohl an, als der in dem obern Cirkel; daß man alſo dieſes Inſtrument füglich als ein doppeltes Hygrometer anſehen kann. In Betracht ſeiner Beſchaffenheit iſt es auch ſchon ſo einfach, daß es ein jeder leicht machen wird. Es kann aber eine geraume Zeit ſehr gut gebraucht werden, wovon mich die Erfahrung zur Genüge überzeugt hat: und ich glaube, daß niemals ein beſſeres gemacht worden iſt, als dieſes.

Uebrigens muß ich dem Leſer noch anzeigen, daß ich an meinem groſſen Aerometer oder dreyfachen Wetterglaſe, ein Barometer, Thermometer und Hygrometer, allerſeits von der beſten Art, an einem Geſtelle, angebracht habe: welches denn eben daher ein ſo anſehnliches als nützliches Geräthe in einem Hauſe iſt.

[XCIV.] 1. Es iſt aber noch eine pnevmatiſche Maſchine zu beſchreiben übrig, welche zwar in der philoſophiſchen Welt einen großen Lerm gemacht hat, aber zu einem gemeinen Gebrauche in dem menſchlichen Leben niemals gelangt iſt: ich meyne die berühmte Erfindung der Windbüchſe, von welcher man zwo Arten hat, die gemeine und die gemeiniglich ſo genannte

Stiefels bedeuten, in welchen ſich die Sauger mit ihren gezähnten Stangen *cc*, *cc*, vermittelſt des an der Spindel *f* befindlichen Stirn-

Magazinwindbüchſe: von welchen beyden ich nachfolgende Beſchreibung beybringen muß.

Tab. XXX. Fig. 1. 2. Die gemeine Windbüchſe iſt von Meſſing gemacht und hat zween Läufe, den inwendigen KA, welcher ziemlich enge iſt, und aus welchem die Kugel geſchoſſen wird, und den größern ECDR außer jenem. Ferner iſt dieſes Gewehr in der Kolbe mit einem Pumprohre SMNP verſehen, durch welches die Luft in die Höhlung zwiſchen den beiden Läufen, durch das Ventil EP, gepumpt wird. Die Kugel K wird auf eben die Weiſe mit einem Ladeſtocke in den engern Laufe hinunter geſtoßen, wie in einer jedweden andern Flinte. Bey SL aber iſt noch ein anderes Ventil, durch welches, wenn es mit dem Abzuge O geöfnet wird, die Luft durch und hinter die Kugel fährt, und ſie mit einer großen Gewalt heraus treibt.

3. Iſt nun dieſes Ventil ſo eingerichtet, daß es ſehr geſchwind geöfnet und wieder verſchloſſen werden kann, ſo iſt man im Stande, wenn das Gewehr einmal mit der verdickten Luft gehöriger maaßen geladen, mit einer einzigen ſolchen Ladung mehrere Schüſſe zu thun; wird aber die ganze Ladung von Luft, auf den Schuß einer einzigen Kugel verwendet, ſo wird dieſe freylich mit deſto mehrerer Gewalt fortgetrieben. Der Schuß aber geſchieht vermittelſt des Schloſſes *kl*, welches bey dieſem eben ſo wie bey einem jedweden andern Schießgewehre, angebracht iſt: denn, ſo wie der Abzug gezogen wird, ſo ſchlägt der Hahn *k* nieder und drückt auf den Ventilſchneller O, welcher das Ventil öfnet, und die Luft hinter die Kugel K läßt, wodurch denn dieſe fortgetrieben wird.

Fig. 2. 4. Die Magazinwindbüchſe iſt die Erfindung eines Künſtlers Namens L. Colbe. Vermöge der Einrichtung dieſes Gewehrs, liegen zehn Kugeln neben der Kammer des Laufs dergeſtalt neben einander, daß ſie nach und nach in den Lauf der Kugel gebracht, und faſt mit eben ſo ſtarken Nachdrucke heraus getrieben werden

Sternrades, auf und nieder bewegen, ſo wie dieſes durch die Kurbel *bb* in Bewegung geſetzt wird. *gg*, *gg* ſind die beyden hölzernen Stützen auf

werden können, als wenn jedwede aus einem beſondern Gewehre geſchoſſen worden wäre: weswegen denn eine Büchſe von dieſer Art faſt die Dienſte thut, als eben ſo viele andere. Auf der Kupferplatte iſt ſie im Durchſchnitte nach der Länge und allen ihren Theilen ſo groß vorgeſtellt, als dieſe gewöhnlichermaaßen an ſich ſind; aber nur ſo viel von der Länge, als hinreichend iſt, ſich von dem ganzen Gewehre einen vollſtändigen Begriff zu machen.

5. AEE iſt ein Theil der Kolbe; G das Ende des Pumprohrs nebſt ſeinem Ventile H, welches ſich innerhalb der Höhlung zwiſchen den beyden Läufen auf eben die Weiſe öfnet, wie bey der gemeinen Windbüchſe. KK iſt das engere Kugelrohr, welches aus dem Magazine ED immer mit einer Kugel nach der andern verſehen wird; dieſes Magazin aber hat eine ſchlangenförmige Geſtalt, und wird an dem Ende D, nachdem man die Kugeln *b*, *b*, *b*, *b* u. ſ. f. hinein gethan hat, verſchloſſen. Der cirkelrunde Theil *s*I*s*k M*i* iſt der Backen des Hahns mit ſeinem runden Loche IK, welches mit dem engern Kugelrohre gleiche Weite hat, und, wie man aus der Zeichnung ſieht, einen Theil deſſelben ausmacht.

6. Wenn das Schloß weggenommen iſt, ſo kann man alle einzelnen Theile Q, R, T, S, W, u. ſ. f. deutlich ſehen, und wie der Schuß geſchieht, wenn der Ventilſtift P*p*, welcher das Kegelventil V öfnet und die Luft gegen die Kugel I aus der Höhlung F, F, F hinein läßt, gehoben wird; welches Ventil vermittelſt einer langen meßingenen Feder NN aber ſogleich wieder verſchloſſen wird. Weil nun das Ventil V von Meſſing, kegelförmig und in ſeinem Gehäuſe ſehr ſorgfältig und wohl geſchliffen, ſo iſt es auch eben dadurch vermögend, die Luft ſo, wie es nöthig iſt, zu verſchließen.

7. Wenn man nun ſchießen will, ſo zieht man den Abzug *zz*, wovon denn die Stange *yx* herum geht, ſich aus der Ruhe der Nuß *x* auslöſt, über wel-

welche das Joch des Pumprades mit denen unter den kleinen hölzernen Deckeln *ee*, *ee* befindlichen Schraubenmuttern aufgeſchraubt wird. Die mit *hh* bezeichnete Röhre von Meßing, wird die Saugröhre oder Communicationsröhre genennt. Durch dieſelbe geht die Luft aus dem Recipienten *oo*, durch ein in der Mitte des meßingenen Tellers *iii* auf der Luftpumpe gemachtes enges Loch, in das in der Kapſel *dd* liegende meßingene Fundamentſtück, welches einen Canal in die Länge hat, der zu beiden Seiten bis unter den Mittelpunkt eines jeden Stiefels geht; aus dieſem endlich durch ein ſehr enges Blaſenventil in jedweden Stiefel; aus welchen ſie nachher auf die Weiſe heraus gepumpt wird, in dem ſie durch das durch den Sauger gemachte Loch, wehrend dem,

cher die Schlagfeder WW liegt, die die Nuß T umdreht, an welcher der Hahn befeſtigt iſt. Dieſe drückt ferner mit ihrem Ende *n* das Ende *v* der Britſche R nieder; dieſe hebt zugleich mit ihrem andern Ende *m* das flache *l* der gebrochenen Britſche Q, und den Ventilſtift P*p*, welcher auf ihr ruhet, und öfnet das Ventil V: wodurch denn die Kugel fortgetrieben wird. Welches alles vollkommen deutlich erhellet, wenn man nur das Kupfer betrachtet.

8. Will man nun ſtatt der herausgeſchoſſenen, eine andere Kugel an dieſer ihre Stelle haben, ſo dient hierzu der Schlüſſel H, welcher mit ſeinem viereckten Loche das ebenfalls viereckte Ende des Hahnzapfens faßt, und es dergeſtalt herum dreht, daß die cylindriſche Höhlung des Backens IK in die verlangte Richtung kommt. Wenn nun die Kugel in dem Rohre iſt: ſo hat der Schlüſſel diejenige Lage, welche aus der 3ten Figur erhellet, wo die Höhlung des Schlüſſelrohrs mit der Höhlung des Kugelrohrs KK übereinkommt, oder in gerader Linie iſt. So bald aber die Kugel heraus geſchoſſen iſt, ſo wird der Schlüſſel ſogleich wieder niederge-

Tab. XXX. Fig. 4.

dem, daß dieſer herunter gedrengt wird, heraus geht. Dieſe Löcher in den Saugern und Böden der Stiefel, ſind mit Ventilklappen bedeckt, damit die Luft nicht wieder zurück in den Recipienten dringen kann. *lll* iſt eine mit Queckſilber gefüllte Röhre, oder ein gemeines Barometer, welches auch zuweilen der Maaßſtab genennt wird, und in einem mit Queckſilber *mm* gefüllten und unten in den Boden des Geſtelles eingefugtem Gefäße ſteht, oben in den Recipienten hinein geht, und durch das in die Höhe ſteigen des Queckſilbers in der Röhre, welches an einer neben dieſer geſetzten Scala bemerkt werden kann, anzeigt, wie ſtark der Recipient ausgeleert iſt. Der Hahn *nn* hat ebenfalls mit dem Recipienten Gemeinſchaft, folglich auch mit der Saugröhre

dergedrückt, und die Pfanne der Büchſe verſchloſſen; vermöge welcher Bewegung denn die Höhlung des Schlüſſels in die Lage *ik* gedreht iſt, ſo, daß ſie nun mit dem Laufe des Magazins in eben der Richtung zuſammen paßt; und wenn man die Büchſe gerade in die Höhe richtet, ſo fällt die Kugel nächſt dem Zapfen in die Kammer hinter die beyden kurzen Federn *s, s*, welche ſie gleich zween Fingern zurück halten, daß ſie nicht aus dem Rohre heraus rollen kann. Dieſe Lage des Schlüſſels erhellet aus der Kupferplatte. Wenn nun der Schlüſſel alsdenn wieder geöfnet wird, ſo kommt auch die Kugel abermal an ihren gehörigen Ort zu dem Schußventile, und die Höhlung des Zapfens macht wiederum einen Theil des Laufs des Kugelrohrs aus.

9. Hieraus wird zur Gnüge erhellen, wie hurtig die Ladung und Löſung einer ſolchen Büchſe verrichtet werden könne. Wäre nun die Gewalt der zuſammen gepreßten Luft eben ſo ſtark, als des Schießpulvers; ſo

und dem Barometer; er dient aber dazu, daß man durch denſelben wieder Luft hinein laſſen kann, wenn es nöthig iſt. Der Recipient aber ſchließt an den Teller der Luftpumpe, vermöge der unter demſelben gelegten naſſen Leder, genau an, anſtatt, daß man ihn ehedem zu eben dem Ende, darauf kittete.

Mit wie viel mehrerer Bequemlichkeit und geringern Koſten aber, alle Arten von pnevmatiſchen Verſuchen, vermittelſt der von mir neuerfundenen, ſelbſtverfertigten, und in Betracht der Größe ſehr bequemen Luftpumpe, angeſtellt werden können, wird man aus der Betrachtung ihrer Figur leicht ermeſſen. An derſelben iſt AB das Joch, oder derjenige Theil, worinnen das Rad befeſtigt iſt, mit welchem die Sauger

Tab. XXII. Fig. 5.

könnte ein ſolches Gewehr eben die Dienſte leiſten, wie mehrere andere zugleich, die mit Pulver geladen werden, und daher denenjenigen keinen geringen Dienſt leiſten, welche ſich gegen Diebe und Räuber vertheidigen wollen. Denn, wenn ſie Urſache hätten, dergleichen zu vermuthen, ſo könnten ſie dieſes ihr Gewehr gegen einen ſolchen fünf bis ſechs mal löſen, ehe ihnen der Dieb noch bis auf einen Piſtolenſchuß nahe kommen könnte.

10. Sowohl bey den Windbüchſen, als in allen übrigen Fällen, in welchen es nöthig iſt, die Luft ſehr ſtark zuſammen zu preſſen, muß man allemal ein ziemlich enges, das iſt, ein Pumprohr gebrauchen, welches nicht über $\frac{1}{2}$ Zoll weit iſt; weil, wie wir gezeigt haben, der Druck der äußern Luft auf jeden Quadratzoll, 15 lb. . auf einen Cirkel aber, deſſen Durchmeſſer 1 Zoll iſt, ohngefehr 12 lb. beträgt. Iſt alſo der Durchmeſſer des Pumprohrs 1 Zoll, ſo macht der Widerſtand gegen

ger C, D in den Stiefeln C, F eins ums andere herauf gezogen und wieder herunter getrieben; welche Stiefels von dem Joche AB mit Gewalt niedergedruckt werden; dieſes aber ruht auf den beyden Stützen G, H, die in dem Boden der Maſchine IKL befeſtigt ſind. Auf dieſem Boden ſteht der Recipient MN auf einem recht glatten und großen meßingenen Teller, welcher in ſeiner Mitte ein Loch hat, durch welches die Luft aus dem Recipienten, und von da ferner in eine ſchmale Röhre auf den Boden des Geſtelles der Pumpe, zu dem Theile O geht, welcher mit dem Loche des meſſingenen Fundamentſtückes, auf welchen die Stiefels ſtehen, Gemeinſchaft hat, und woraus ſie die Luft empfangen, welche ausgepumpt werden ſoll. Mitten in dieſem meßingenen Theile iſt ein Loch, über welches ein kleiner Recipient PQ geſetzt wird, und unter denſelben ein Gefäß mit Queckſilber R, worinnen eine kleine Röhre RS (welche an einem Ende zugeblaſen und mit Queckſilber gefüllt iſt,) umgekehrt ſteht; und damit man, ſo wie der kleinere Recipient PQ nebſt dem größern MN zugleich, ausgeleert iſt, ſolches an dem Herunterſteigen des Queckſilbers in der Röhre RS ſehen möge. Durch den Hahn bey T aber

gegen den Schlauch, wenn man die Luft noch einmal ſo ſtark zuſammen gepreßt hat, als ſie in ihrem natürlichen Zuſtande iſt, 12 lb.; hat man ſie 2mal ſo ſtark verdickt, 24 lb.; iſt ſie 10mal verdickt, 120 lb.; welcher Gegendruck nehmlich überwunden werden muß. Würkt dahingegen eine 10fach verdickte Luft gegen einen Schlauch, deſſen cylindriſche Breite nur $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hat, (weswegen denn deſſen Flächeninhalt nur

aber wird die Luft wieder in den Recipienten hineingelaſſen. Und ich halte dafür, daß dieſes die äußerſte Verbeſſerung iſt, welche mit dieſer Maſchine, was ihre Geſtalt anlangt, gemacht werden kann: denn ſie beſteht blos aus lauter ſolchen Theilen, die ihr weſentlich eigen ſind. Wenn ſie nun auf dieſe Weiſe eingerichtet iſt, ſo kann ſie füglich mit ihrem Recipienten in ein ziemlich kleines Futteral oder Käſtgen eingeſchloſſen werden. Ueber dieſes iſt auch ein ſolches Werkzeug, in Betracht gegen andere, die nicht auf dieſe Art gemacht ſind, gar nicht theuer. [XCV.]

nur den 4ten Theil ſo groß iſt, wie vorher,) ſo iſt auch der zu überwindende Gegendruck nur den 4ten Theil ſo chen ſtark, das iſt, 30 lb.; oder man kann mit einem ſol- Pumprohre eben ſo gut die Luft 40fach verdicken oder zuſammen preſſen, als mit der vorhergehenden 10fach. Kurz, die Leichtigkeit mit den Pumprohren zu arbeiten, verhält ſich, wenn die übrigen Umſtände gleich bleiben, wie die Durchmeſſer ihrer Weite umgekehrt *.

[XCV.] 1. Bey dem Beſchluſſe dieſer Materie muß ich noch etwas von der Verdünnung der Luft vermittelſt

* Dieſes iſt nicht vollkommen wahr: denn der Herr Verfaſſer zieht hier das Reiben in den Pumpröhren nicht in Betracht, welches bey denen von einem engern Durchmeſſer allemal merklich ſtärker iſt, wie bey den weitern. Kommt nun noch hinzu daß man mit dem engern Pumprohre um eben ſo viel länger arbeiten muß, als das Quadrat des Queerdurchſchnittes kleiner iſt; ſo hat man von dem Arbeiten mit dem engern Rohre viel mehr Nachtheil als Vortheil.

telſt der Luftpumpe beybringen: denn der Leſer darf nicht denken, daß alle Luft aus dem Recipienten heraus gebracht werden könne, die Pumpe mag auch noch ſo gut ſeyn, und mit dem Gebrauche derſelben noch ſo lange angehalten werden. Die Urſache hiervon ſieht man leicht, wenn man nur betrachtet, daß die heraus gebrachte Luft auf die Weiſe aus dem Recipienten komme, indem ſie von der Federkraft der zurückbleibenden heraus geſtoßen wird *. Sollten nun alle und jede Lufttheilgen überhaupt heraus gezogen werden, ſo müßte das letzte ohne eine bewegende Urſache oder Kraft herausgehen, oder es müßte eine Würkung ohne Urſache ſeyn, welches aber widerſinnig iſt.

* Dieſes iſt wohl die Urſache nicht, die hier der Herr Verfaſſer angiebt, und welche abermal eine unvollſtändige Erklärung iſt. Denn, wenn ich z. E. einen Strick von einer Elle lang, um den zehnten Theil länger ausdehne, wer wird ſagen, das eine oder andere Ende deſſelben, ſey die Urſache, weswegen der Strick länger wird? obgleich alle Theile deſſelben von der Beſchaffenheit ſind, daß ſie gedehnt werden können. Mithin muß der Herr Verfaſſer die Begebenheit der Verdünnung der Luft nicht einzig und allein aus der Federkraft der unter dem Recipienten zurückbleibenden, ſondern zugleich aus der durch die Maſchine der Luftpumpe erhaltenen Würkung zugleich erklären, und ſich ohngefehr ſo ausdrücken: die in dem Recipienten eingeſchloſſene Luft hat die Eigenſchaft, daß ſie von der durch die Luftpumpe angewendeden Kraft durch den ganzen Raum verbreitet wird, ſo, wie die Maſchine denſelben vergrößert, und die eingeſchloſſene Luft mit Gewalt weiter ausdehnt, als ſie in ihrem natürlichen Zuſtande, ohne dieſe erwehnte Kraft iſt. Mithin iſt zwar des Herrn Verfaſſers Satz war, welchen er behauptet, daß niemals alle Luft aus dem Recipienten gebracht werde, obgleich nicht wegen ſeiner mangelhaften und unvollſtändigen Erklärung.

2. Es verhalte ſich demnach die Weite eines Recipienten zu der Weite des Stiefels, wie C zu 1. Ferner verhalte ſich die Verdünnung der in dem Recipienten zurückbleibenden Luft zu der gemeinen Luft, nach einer gewiſſen Anzahl von Zügen N, wie R zu 1. Denn ſo wie der Sauger zurück, oder in die Höhe gezogen wird, ſo verbreitet ſich die Luft in dem Recipienten zugleich durch den Stiefel, und iſt daher in der Verhältniß wie C zu C+1, oder 1 zu $\frac{C+1}{C}$ verdünnet; und weil dieſe Verhältniß der Verdünnung bey jedem Zuge ſtatt findet; ſo iſt klar, daß dieſelbe die gemeinſchaftliche Verhältniß jeglicher Glieder in einer geometriſchen Reihe ſey, ſo wie dieſelbe nehmlich nach und nach durch die wiederholten Züge erhalten wird. Mithin haben wir für die Reihe der Verdünnungen $1 : \left(\frac{C+1}{C}\right)^1 : \left(\frac{C+1}{C}\right)^2 : \left(\frac{C+1}{C}\right)^3 : \left(\frac{C+1}{C}\right)^4$ u. ſ. f. bis $\left(\frac{C+1}{C}\right)^N$, welchen Ausdruck das letzte Glied in der Reihe für die Verdünnungen, oder R gleich iſt: weswegen wir denn $R = \left(\frac{C+1}{C}\right)^N = R$ ſetzen.

3. Wegen der bekannten Eigenſchaften der Logarithmen haben wir alſo $L.\ R = N \times L.\ \frac{C+1}{C} = N \times (L.(C+1) - L.\ C)$; mithin $\frac{L.\ R.}{L.(C+1) - L.\ C} = N.$ Setzen wir nun C = 1, oder es iſt der Inhalt des Recipienten dem Inhalte des Stiefels gleich, ſo haben wir $N = \frac{L.\ R}{L.\ 2}$. Wenn alſo R den verlangten Grad der Verdünnung bedeutet, und derſelbe nach und nach 1, 2, 3, 4, 5, 6, u. ſ. f. geſetzt wird; ſo bekommen wir

für

für N die Anzahl der Züge, durch welche man die gedachte Verdünnung erhält.

4. Und hieraus die folgende Tabelle, in deren erſtern Columne die Verdünnung der Luft unter dem Recipienten, in der andern aber die Anzahl der Züge zu finden iſt, durch welche ſie erhalten wird.

Verdünnung.	Anzahl der Züge.	Verdünnung.	Anzahl der Züge.	Verdünnung.	Anzahl der Züge.
1	0	60	5,907	900	9,814
2	1	64	6	1000	9,966
3	1,585	70	6,129	1024	10
4	2	80	6,322	2000	10,966
5	2,322	90	6,492	2048	11
6	2,585	100	6,644	3000	11,551
7	2,807	128	7	4000	11,966
8	3	200	7,644	4096	12
9	3,170	256	8	5000	12,288
10	3,322	300	8,229	6000	12,551
16	4	400	8,644	7000	12,773
20	4,322	500	8,966	8000	12,966
30	4,907	512	9	8192	13
32	5	600	9,229	9000	13,236
40	5,322	700	9,451	10000	13,288
50	5,644	800	9,644	16384	14.

5. Aus dieſer Tabelle erhellet, daß, wenn man aus der erſten Columne eine Reihe Zahlen in einer geometriſchen Verhältniß nimmt, ſo ſind die ihnen zugehörigen in der andern Columne darneben, in einer arithmethiſchen Verhältniß. Nehmen wir alſo aus jener die Zahlen 2, 4, 8, 16 u. ſ. f. ſo haben wir in dieſer zwoten die für dieſe gehörigen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. ſ. f. welche in einer arithmethiſchen Reihe ſind.

6. Iſt

6. Iſt der Inhalt des Recipienten gröſſer, als der Inhalt des Stiefels, ſo iſt die Anzahl der Züge N, durch welche ein gewiſſer gegebener Grad der Verdünnung R erhalten wird, gröſſer als vorher. Wird alſo die Anzahl der Züge, welche wir in dieſem beſondern Falle, *n* nennen wollen, mit einer Zahl *m* multiplicirt; ſo iſt das Produkt die Anzahl der Züge N, durch welche, in einem Recipienten von gegebener Weite, dieſe Verdünnung R erhalten wird. Weil nun $n = \frac{L.R}{L.2}$, ſo haben wir $n \times m = \frac{m \times L.R}{L.2} = N = \frac{L.R}{L.(C+1) - L.C}$; woraus wir denn $m = \frac{L.2}{L.(C+1) - L.C}$ erhalten.

7. Vermöge dieſer Formel bekommen wir eine Tabelle von Factoren, welche den Werth von *m* ausdrücken, wenn nehmlich der Recipient in einer gewiſſen Verhältniß gröſſer iſt, als der Stiefel. Weil nun eine ſolche Tabelle leicht zu machen iſt, ſo wollen wir die folgende zu einem Beyſpiele herſetzen.

Weite des Recipienten.	Factor.	Weite des Recipienten.	Factor.	Weite des Recipienten.	Factor.
1	1	20	14,207	300	208,291
2	1,710	30	21,139	400	277,605
3	2,409	40	28,071	500	346,920
4	3,106	50	35,003	600	416,235
5	3,802	60	41,934	700	485,549
6	4,497	70	48,866	800	554,864
7	5,191	80	55,798	900	624,179
8	5,885	90	62,729	1000	693,494.
9	6,579	100	69,661		
10	7,273	200	138,976		

8. Vermöge dieſer Tabelle können auch diejenigen, welche von der Algebra gar nichts wiſſen, die Anzahl der Züge leicht finden, welche erfordert werden, die in dem Recipienten befindliche Luft um einen gegebenen Grad zu verdünnen, wenn die Verhältniß der Weite des Recipienten zu der Weite des Stiefels, gegeben oder bekannt iſt. Z.E. Es ſey ein Recipient 10mal ſo weit, als der Stiefel; und man verlange die Anzahl von Zügen zu wiſſen, durch welche die Luft 100fach verdünnet werde. So darf man nur diejenige Zahl ſuchen, welche anzeigt, wie viel Züge hierzu in dem Falle erfordert werden, wenn der Recipient und Stiefel gleich weit ſind; für welche Zahl ich daher in der erſten Tabelle, (gegen 100 über nehmlich,) 6 ganze und über dieſes noch 644 Tauſendtheilgen für die Züge finde. Alsdenn finde ich gegen 10 in der andern Tabelle, den Factor 7,273; wenn ich dieſen mit 6,644 multiplicire, ſo erhalte ich das Product 48,322 für die verlangte Zahl der Züge.

9. Das in die Höhe ſteigen des Queckſilbers in dem Barometer der gemeinen Luftpumpe, verhält ſich beſtändig wie die Menge der entweder durch die geſammte Anzahl oder jegliche einzelne Züge herausgebrachten Luft: und der Unterſcheid zwiſchen der beſtändigen Höhe von 29½ Zollen iſt jederzeit, wie die Menge der in dem Recipienten zurückbleibenden Luft. Welches ſich denn aus demjenigen leicht erklären läßt, was wir von der Dichtigkeit, Federkraft, und dem Drucke der Luft geſagt haben.

10. Wenn aber die Luft zuſammen gedruckt wird, ſo nimmt derjenige Raum in dem Barometer, welcher von Queckſilber leer iſt, an dem Ende immer in einer harmoniſchen Proportion ab. Denn, weil durch einen jedweden Druck des Saugers in dem Stiefel, jedesmal gleich viel Luft in den Recipienten hinein gedruckt wird; ſo nimmt auch die Menge der Luft in demſelben beſtändig in einer arithmetiſchen Reihe zu, mithin ihre Dichtigkeit, nebſt der Dichtigkeit der in dem Ende der Röhre befindlichen, gleichfalls; weil das Queckſilber von allen Seiten gleich ſtark gedruck

druckt wird: die, Raume aber nehmen ab, wie die Dichtigkeiten zunehmen: wie wir ſolches an einem andern Orte bewieſen haben. Mithin verhalten ſich die Raume umgekehrt wie die Glieder in einer arithmethiſchen Progreſſion, und ſind daher in einer muſicalſchen oder harmoniſchen Proportion. Daß dieſes aber eine Eigenſchaft der muſicalſchen Glieder ſey, werden wir in den Noten zu CIIX. beweiſen.

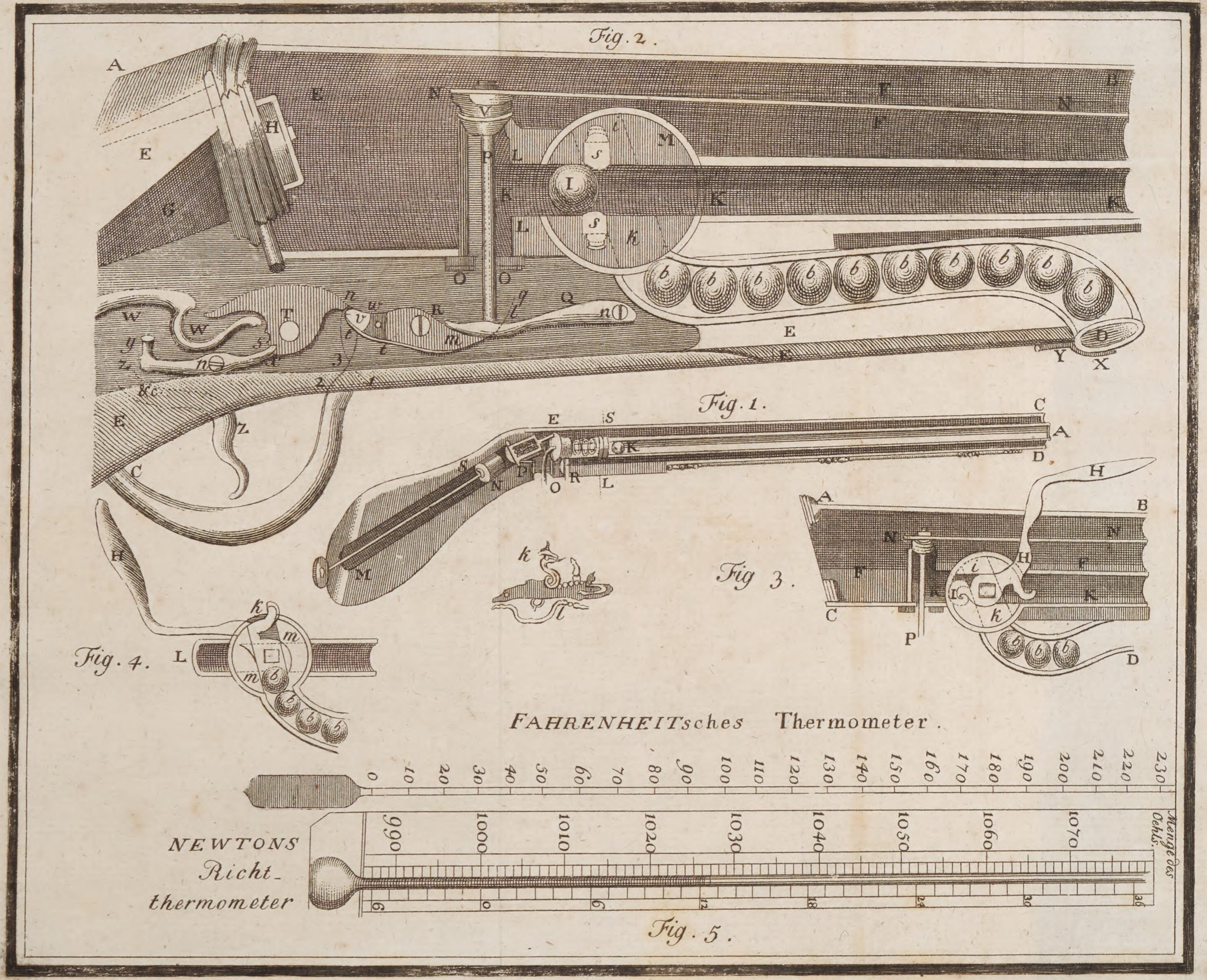


Fig. 2.
Fig. 1.
Fig 3.
Fig. 4.
FAHRENHEITsches Thermometer.
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230
NEWTONS Richt-thermometer
990 1000 1010 1020 1030 1040 1050 1060 1070
Menge des Oehls
6 0 6 12 18 24 30 36
Fig. 5.

Neue Vorſtellung ſowohl der beſtändigen und allgemeinen Winde, als derer, welche ſich umſetzen, u. nur zu gewiſſen Jahrszeiten in allen Gegenden der Welt wehen: nach d. neueſten u. genaueſt. Beobachtungen des Hr. Edmund Halley
Die Pfeile zwiſchen den Strichelgen zeigen die Strecke, nach welcher die beſtändigen und allgemeinen Winde auf der See und an den Küſten wehen, die in dem leeren Raume aber den Strich derer, die man nur in gewiſſen Jahrszeiten bemerckt, welche letztern durch die Abkürzungen Sept. u. ſ. f. bemerckt ſind.
THEIL VON ASIEN
PERSIEN
INDIEN
CHINA
JAPAN
ARABIEN
AFRICA
DIE OST
INDIANISCHE SEE
NEU HOLLAND
Veränderliche Winde
WESTLICHE VERÆNDERUNG
OESTLICHE VERÆNDERUNG
Neu Seeland
DIE GROSSE
SÜD SEE
NORD AMERICA
LOUISSIANA
MEXICO
CALIFORNIA
DIE WEST SEE
DAS ATLANTISCHE MEER
TERRA FIRMA
SÜD AMERICA
PERU
BRASILIEN
CHILI
DAS STILLE MEER
AETHIOPISCHE SEE
FRANCKREICH
SPANIEN
PORTUGAL
BARBAREY
GUINEA
Der Aequator
Wendecirckel des Krebses
Wendecirckel des Steinbocks
Grade der Veraenderungen

Anhang
des Ueberſetzers.

Neue
Theorie von der Luft.

Wenn eine Kraft auf einen Körper würkt, ſeine Geſtalt, Figur oder Schranken zu ändern, und jener nimmt ſeine vorige Figur ſogleich wieder an, als die erwehnte Kraft aufhört, auf ihn zu drücken; ſo nennen wir dieſes Beſtreben des Körpers ſeine **Federkraft**, **Elaſticität**, oder **ausdehnende Kraft**; obgleich der letzte Ausdruck deswegen ziemlich uneigentlich und ungeſchickt iſt: weil er nur einen Theil dieſer Kraft andeutet; und daher vielleicht Urſache iſt, daß man von derſelben einen zu engen Begrif angenommen, und auf dieſen eine eben ſo unvollſtändige Theorie von der Luft gebauet hat. [I.]

Will

[I.] 1. Weil die meiſten (wenigſtens feſten,) Körper in der Natur eine Federkraft haben, und bisher noch keiner entdeckt iſt, welcher vollkommen hart wäre; ſo kann man leicht erachten, daß ein vollſtändiger Begrif von dieſer Kraft, allerdings von großer Wichtigkeit ſey: wie denn ſolches aus dem folgenden mit mehrern erhellen wird.

2. Wenn wir einen gehärteten Drath mit dem einen Ende befeſtigen, mit dem andern aber nach einer jedweden Seite ohne Unterſcheid biegen, nachher aber auf ihn zu würken, unterlaſſen, und wir ſehen, daß der Drath wieder ſeine vorige Geſtalt und Lage annimmt;

Will man daher einen vollſtändigen Begriff von dieſer Kraft haben, ſo, wie ſie der Natur der Körper würklich eigen iſt, ſo muß man

ſie

nimmt; ſo nennen wir dieſes Beſtreben ſeine Federkraft. Eben dieſe Kraft wird bey einer Stahlfeder bemerkt, wir mögen ſie entweder nach der einen oder andern Seite nach Gefallen biegen.

3. So mannichfaltig indeſſen die auf den federartigen Körper würkenden Kräfte immer ſeyn mögen, ſo finden wir doch, daß ſie dieſer auf ſie würkenden Kraft allemal eben ſo ſtark entgegen drücken Iſt aber dieſes, ſo müſſen wir vornehmlich die beyden Fälle wohl unterſcheiden: da die äußere Kraft den federartigen Körper 1) in einen kleinern, 2) in einen größern Raum zuſammen drückt, oder ausdehnt. Schließen wir z. E. eine Spiralfeder in einen hohlen Cylinder ein, deſſen Hälfte ſie einnimmt, ſo können wir ſie eben ſo wohl dergeſtalt ausdehnen, daß ſie einen größern Theil des Cylinders einnimmt, als einen kleinern, wenn wir ſie in dieſem Falle weiter zuſammen drücken, in jenem weiter aus einander ziehen.

4. Die Kräfte, die wir in beyden Fällen anwenden, die Geſtalt der Feder, oder den Raum, den ſie einnimmt, zu ändern, ſind einander genau entgegen: denn, wenn wir uns die würkende Kraft an dem einen Ende derſelben z. E. vorſtellen, und die Feder ſoll zuſammen gedruckt werden, ſo würkt ihre Kraft gegen das andere Ende derſelben; nach der entgegen geſetzten Strecke aber, wenn ſie ausgedehnt, oder in einen größern Raum gebracht werden ſoll.

5. Sürkt nun die Federkraft der erwehnten äußern genau entgegen, ſo muß ihre Würkung auch genau umgekehrt ſeyn: mithin, bey dem Ausdehnen gegen das andere Ende derſelben, bey dem Zuſammendrü- aber nach der entgegen geſetzten Strecke würken, das iſt: in jenem Falle beſtrebt ſich die Feder vermöge ihrer Kraft, ſich in einen engern Raum zuſammen zu ziehen, in jenem aber ſich weiter oder in einen größern auszudehnen.

6. So

in dem Verſtande annehmen, daß, die erwehnte äußere Kraft mag auf den federartigen Körper auf eine Art würken, wie man wolle, dieſer der erwehn-

6. So wie es nun wenige Körper giebt, oder vielleicht gar keine, die vollkommen hart ſeyn, oder deren Figur von keiner Kraft überhaupt geändert werden könnte; es ſey entweder, daß man ſie in einen engern oder weitern Raum brächte: eben ſo wenig kann es auch deren geben, welchen nicht beyde dieſe Eigenſchaften der Federkraft eigen ſeyn ſollten, oder daß ſie ſich ſo wohl in einen engern als weitern Raum bringen ließen. Da nun hieraus, wie wir eben geſehen haben, zwo einander genau entgegen geſetzte Kräfte erfolgen, nehmlich die ausdehnende in dem einen, und die zuſammenziehende in dem andern Falle; ſo müſſen auch alle Körper ſo wohl eine ausdehnende als zuſammenziehende Kraft haben.

7. Will man indeſſen die Allgemeinheit dieſes Satzes nicht zugeben, weil man hierzu aus dem Grunde berechtigt zu ſeyn glaubt, daß ſich die flüßigen Weſen, vornehmlich das Waſſer, wie aus Verſuchen erhellet, nicht zuſammen drücken, mithin eben ſo wenig ausdehnen laſſen; ſo haben wir nichts darwider einzuwenden. Weil vielleicht der Widerſpruch auf einem Wortſtreite beruhen möchte, im Falle die Federkraft der flüßigen Weſen, wenn man ſie gleich durch Verſuche darthun könnte, ſo gering wäre, daß ſie in phyſiſchem Verſtande füglich für nichts gerechnet werden müßte.

8. Mithin ziehen wir aus dem Vorhergehenden weiter keine als die Folge: daß, wenn man vermögend iſt, einen Körper entweder in einen engern oder weitern Raum zu bringen, und er widerſteht der auf ihn würkenden Kraft entweder in dem einen oder andern Falle, und nimmt wieder ſeine vorige Geſtalt an, nachdem dieſe aufgehört hat, auf ihn zu würken; ſo iſt er federartig, das iſt, er äußert ſo wohl ein Beſtreben, ſich in einen größern Raum auszubreiten, wenn man ihn in einen engern zuſammen ge-

erwehnten Kraft eben ſo ſtark entgegen drücke, als er von ihr gedrückt wird. Preßt ihn alſo die Kraft in einen engern Raum zuſammen, als in welchem

druckt hat, als auch ſich zuſammen zu ziehen, wenn er in einen größern Raum gebracht iſt.

9. Wollte man dieſes Naturgeſetz, welchem ſich die Körper ſehr genau gemäß verhalten, beſtreiten, ſo wäre es eben ſo viel, als ob man zwar zugäbe, eine Stahlfeder, deren Beſchaffenheit auf zwoen Seiten gleich iſt, könne zwar nach der einen, aber nicht wieder nach der andern Seite gebogen werden, und alsdenn ihre vorige Lage wieder einnehmen: oder eine Spiralfeder zwar in einen engern Raum zuſammengedrückt, aber nicht in einen weitern ausgedehnt werden, u. ſ. f. welchem doch alle Verſuche mit den Körpern widerſprechen.

10. Vielmehr können wir von dem Daſeyn einer dieſer beyden Eigenſchaften der Federkraft, den ſichern Schluß auf die andere machen, wenn wir, durch die merklich veränderte Figur des Körpers, die eine entdecken. Wüßten wir alſo z. E. aus andern Verſuchen nicht, daß die Metalle in einen kleinern Raum zuſammen gedrückt werden könnten, als welchen ſie natürlicher Weiſe einnehmen, ſo könnten wir hiervon dadurch überzeugt ſeyn, wenn wir ſehen, daß der von ihnen gezogene Drath ſich in einen größern Raum dehnen läßt. So wie nun alle geſpannete Metall-, Darmſaiten, Stricke, Feden u. d. gl. wenn ſie gedehnt ſind, eine Kraft äußern, ſich in einen engern Raum zuſammen zu ziehen; ſo können wir auch hieraus umgekehrt die Folge ziehen: daß alle dichte Klumpen, woraus die vorerwehnten Körper gemacht werden, fähig ſind, auch in einen engern Raum gebracht zu werden, als welchen ſie natürlicher Weiſe einnehmen, wenn keine äußere Kraft auf ſie würkt; und ſie in jenem Falle eine Kraft äußern, ſich weiter auszudehnen.

11. Wenn wir des Herrn Verfaſſers Erklärung von der Federkraft (LXXXVII.) betrachten, ſo enthält dieſelbe keine andere Eigenſchaft derſelben, als das weitere

welchem er von Natur iſt, und den wir inskünftige den **natürlichen** Raum nennen wollen, ſo bemüht er ſich, ſeine vorige Figur oder Raum wie-

tere Außdehnen der Körper in einen größern Raum; und dieſe macht er uns auf die Weiſe begreiflich, indem er ſagt: „Wenn die Körpertheilgen außer ihrer „Sphäre der Attraction ſind, und daher durch ihre „wechſelsweiſige zurücktreibende Kraft immer in gleichen Entfernungen von einander bleiben müßten, als„denn aber eine äußere Kraft auf ſie würkte, die ſie „näher zuſammen drückte; ſo äußerten ſie ihre Feder„kraft durch das Beſtreben nehmlich, dieſer Kraft mit „eben dem Nachdrucke entgegen zu würken, oder ſich „in einen größern Raum auszubreiten.„ In welcher Erklärung nicht die allergeringſte Spuhr von der Zuſammenziehung der Federkraft zu entdecken iſt.

12. Eben ſo wenig entdeckt man etwas von derſelben in den Noten zu eben eben dieſen §phen, wo er die mathematiſchen Geſetze erklärt, nach welchen ſich die Federkraft, oder vielmehr ein Theil derſelben, die Ausdehnung nehmlich, richtet. Ob es gleich eben ſo leicht iſt, darauf zu fallen, daß eine Reihe von Körpertheilgen wie z. E. AB oder CD ſo wohl in einen weitern Raum ausgedehnt, als in einen engern zuſammen gedrückt werden könne, mithin in dieſem Falle die Linie, und in den folgenden Fällen die phyſiſche Fläche und Körper, eine zuſammenziehende Kraft äußern müſſen.

13. Um deſto mehr aber konnte es erwartet werden, daß er einem elaſtiſchen Körper, wenn er in einen größern Raum ausgedehnt wird, als welchen er natürlicher Weiſe einnimmt, eben ſo wohl eine zuſammenziehende Kraft beylegen werde, ſo wie er eine ausdehnende annimmt, wenn er, in eben der Beziehung, in einen engern Raum zuſammen gezwungen iſt: weil wir, zu der Erklärung derjenigen natürlichen Begebenheiten, welche einander ähnlich ſind, niemals andere als ähnliche Urſachen angeben dürfen; wie denn Iſaac Newton dieſe Regel als einen Grundſatz gleich im Anfange ſeiner Naturlehre, angenommen hat.

der einzunehmen, das iſt, ſich weiter auszudehnen; dehnt ihn aber die Kraſt weiter oder in einen größern Raum aus, ſo iſt er bemühet, ſich wieder zuſammen zu ziehen, oder einen kleinern Raum einzunehmen.

Daß die Luft 1) eine ausdehnende Kraft habe, bemerken wir, wenn eine gewiſſe Quantität derſelben in einen engern Raum gebracht worden iſt, als den ſie natürlicher Weiſe einnimmt, ſo lange ſie noch mit dem Luftkreiſe zuſammen hängt: dann in jenem Falle äußert ſie ein beſtändiges Beſtreben, die Theile desjenigen Körpers, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt, aus einander zu treiben. Bringt man ſie dahingegen 2) in einen größern Raum, als den ſie, in eben der Beziehung einnahm; ſo äußert ſie ihre zuſammenziehen-

14. Hieraus aber folgt unmittelbar: daß die widrigen oder einander gerade entgegen geſetzten Begebenheiten in der Natur, unmöglich einerley, ſondern vielmehr gerade entgegen geſetzte Urſachen haben müſſen. Denn das Gegentheil behaupten wollen, wäre eben ſo viel, als wenn man die übermäßige Dürre des Erdbodens im Sommer, aus dem vielen Regen, deſſen Näſſe aber aus der gar zu großen Hitze der Sonnenſtrahlen erklären wollte. Mithin iſt es von je her ein unumſtößlicher Grundſatz der ächten Weltweisheit geweſen: **daß man ähnliche Begebenheiten in der Natur aus ähnlichen; folglich die einander entgegengeſetzten, auch aus widrigen, oder entgegen geſetzten Urſachen erklärt hat.** Will man dieſe Regel in der Naturlehre nicht annehmen, ſo iſt es nicht anders möglich, als daß daraus eine große Menge von Irrtümern entſtehen müſſen, welche ſich durch die ganze Naturlehre verbreiten: welches daher um deſto begreiflicher iſt, weil, wie geſagt, es vermuthlich keine Körper in der Natur giebt, die ganz und gar nicht federartig ſind; obgleich dieſe Kraft an vielen derſelben unmerklich iſt.

ziehende Kraft, und zieht die Theile desjenigen Körpers, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt, zuſammen. Jene oder die ausdehnende Kraft nimmt 3) um deſto mehr zu, als der Raum enger wird, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt; auf eben die Weiſe auch die zuſammenziehende, um je mehr der Raum den natürlichen an Größe übertrift: beyde Kräfte aber ſind alsdenn unendlich groß, wenn in jenem Falle der natürliche Raum gegen den eingeſchloſſenen unendlich groß, in dieſem aber unendlich klein iſt. 4) Werden beyde Kräfte der zuſammen gepreßten und ausgedehnten Luft nehmlich, gegen die innere Oberfläche des Körpers, der ſie einſchließt, gleich ſtark vertheilt: mithin deſſen Theile allerſeits entweder gleich ſtark zuſammen gezogen, oder aus einander gedrengt. Iſt aber dieſes, ſo müſſen 5) beyde gegen die innern Flächen dieſer Körper, deſto ſchwächer würken, je mehr dieſe von der kugelförmigen Geſtalt abweichen; nichts deſto weniger aber am erſten vermögend ſeyn, auf deſſen obere Flächen mit größerm Nachdrucke zu würken und ſie zu zerbrechen. Mithin würkt 6) eine jedwede Quantität Luft, ſie ſey größer oder kleiner, gegen einen gleich großen Ort der innern Oberfläche des Körpers, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt, gleich ſtark; wenn nehmlich die Luft, gegen ihren natürlichen Zuſtand erwogen, entweder gleich ſtark zuſammen gedrückt oder ausgedehnt, das iſt, wenn ſich ihr natürlicher Raum zu dem, in welchen ſie zuſammen gedrückt, eben ſo verhält, wie der Raum, in welchen ſie weiter ausgedehnt iſt, zu dem natürlichen. Will man daher 7) die Luft in einem Gefäße entweder ſtärker zuſammen drücken oder weiter ausdehnen, ſo erleichtert man ſich die Arbeit um deſto mehr, je

enger das Pumprohr iſt, welches man hierzu gebraucht; man muß aber deſto länger mit dieſer Arbeit anhalten [II].

Aus

[II.] 1. Weil die Luftpumpe von je her die allerbequemſte Maſchine geweſen iſt, diejenigen Eigenſchaften der Luft durch ſie zu beweiſen, welche beſonders von dem Zuſammendrücken ſowohl, als Ausdehnen derſelben abhängen, ſo wollen wir durch ſie unſere Unterſuchung vornehmlich erläutern und begreiflicher machen; daher zuerſt den Fall vornehmen, da ſie in einen engern Raum zuſammen gedrückt wird. Es ſey demnach die Weite oder der Inhalt des Recipienten bis zu dem Hahne r, der Raum aber von hier angerechnet bis zu der weiteſten Höhe, auf welche der Sauger gezogen wird, v; mithin die Weite beyder mit einander $r + v$. Wird nun die Luft in dem Recipienten einmal, das iſt diejenige Quantität derſelben, welche zwiſchen dem Hahne und der gedachten Entfernung des Saugers von dieſem iſt; hinein gedruckt; ſo iſt nunmehr in dem Recipienten die Quantität derſelben $r + v$; nach dem zweyten Drucke, (weil eben ſo viel mehr, nehmlich v, hinein kommt) $r + 2v$; nach dem dritten, $r + 3v$; und endlich nach dem $n$ten Drucke $r + nv$.

2. So wie nun die Luft, in einem Gefäße, es mag auch eine Figur haben, welche man wolle, zuſammen gedruckt iſt, ſo bemerkt man, daß ſich die zuſammen gepreßte oder verdickte Luft, mithin ihre Federkraft eben ſo wohl, durch den ganzen Raum, gleichmäſſig verbreitet. Denn, wenn wir an einem Orte deſſelben eine Oefnung machen, es ſey, wo es wolle; ſo fährt ſie mit gleicher Heftigkeit heraus. Eben ſo offenbar iſt auch: daß ſie beſtändig mehr verdickt werde, und eben daher ihre ausdehnende Kraft um deſto mehr zunehme, je länger man mit der Bemühung des Zuſammenpreſſens anhält, oder je größer in der vorhergehenden Formel $r + nv$, n iſt, welches die Anzahl der wiederholten Drucke vorſtellt. Wird daher die Menge der zuſammen gepreßten Luft, und mithin ihre Kraft zugleich, unendlich groß; ſo iſt $r + nv = \infty$: welches, weil r und v beſtändige und endliche Größen

ſind,

Aus dieſer Theorie laſſen ſich alle diejenigen Naturbegebenheiten ohne Unterſcheid erklären. 1) Wie es möglich ſey, daß zwo hohle Halbku-

ſind, nicht anders möglich iſt, als wenn n eine unendliche Größe iſt; in welchem Falle denn r gegen nv für nichts gerechnet werden kann, und wegfällt. Da denn $nv = \infty$; und (wenn $v = 1$) $n = \infty$. Welches ſo viel heißt: wenn man die Bemühung, die Luft zuſammen zu preſſen, unendlich oft wiederholt, ſo wird ſie zuletzt unendlich verdickt, und ihre Federkraft unendlich ſtark.

3. So wie nun niemand verneinen wird, daß das Zuſammenpreſſen der Luft, die Urſache ihrer ausdehnenden Federkraft ſey, auf eben die Weiſe ſollte man auch eben ſo willig eingeſtehen, daß die Ausdehnung derſelben in einen größern Raum, auch die Urſache ihrer zuſammenziehenden Federkraft deswegen ſey: 1) weil ſie genau das entgegen geſetzte Verfahren von dem Zuſammenpreſſen iſt, und ſich 2) alle hierher gehörigen Naturbegebenheiten daraus vollkommen erklären laſſen: welches letztere ſogleich mit mehrerm erhellen ſoll.

4. Verdünnen wir daher die Luft unter dem Recipienten auf der Luftpumpe, ſo geſchieht es auf die Weiſe: daß wir den Sauger in dem Stiefel, von dem Hahne zu, welcher geöfnet iſt, hinauf ziehen; da denn (wenn wir die vorigen Benennungen beybehalten,) die Luft r, welche vorher in dem Recipienten allein war, durch den gedachten Raum zugleich verbreitet wird; ſo, daß ſie nunmehr dieſen und den Raum v zugleich erfüllt. Wollen wir daher wiſſen, wie viel von derſelben noch in dem Recipienten ſey; ſo dürfen wir nur rechnen, $r + v : r = r : \frac{r^2}{r+v}$, welches die Quantität der Luft in dem Recipienten nach dem 1ſten Zuge iſt. Auf eben die Weiſe berechnen wir ſie $r + v : \frac{r^2}{r+v} = r : \frac{r^3}{(r+v)^2}$ für den zweyten,

geln, wenn die Luft immer mehr und mehr aus ihnen heraus gezogen iſt, ſo ſtark zuſammen hängen: welches daher kommt, weil die zuſammen-
ziehen-

$r + v : \frac{r^3}{(r+v)^2} = v : \frac{r^4}{(r+v)^3}$ für den dritten,

und überhaupt $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n}$ für den $n$ten Zug.

5. Iſt nun in einem Gefäße die Luft erwehntermaaſſen verdünnt; ſo bemerkt man auch genau die die entgegen geſetzte Würkung ihrer Federkraft, dieſe nehmlich 1) daß ſie die Theile des hohlen Körpers, oder Gefäßes, worinnen ſie eingeſchloſſen iſt, zuſammen zieht, und 2) wenn man eine Oefnung in dieſes macht, die äußere Luft mit Gewalt wieder zu ſich hinein reißt, ſo lange, bis ſie genau um ſo viel verdickt worden iſt, wie die äußere in ihrem natürlichen Zuſtande.

6. Je länger man alſo anhält, ſie zu verdünnen, oder je größer n wird, deſto ſtärker wird auch ihre zuſammenziehende Kraft, welches man daraus gar deutlich bemerkt, weil der Recipient auf dem Teller der Luftpumpe immer feſter gegen denſelben gedruckt wird, je länger man mit dem Verfahren anhält. Aus der Formel $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n}$ aber erhellet: daß 1) die Quantität der in dem Recipienten zurückbleibenden Luft beſtändig abnehmen müſſe, weil $r+v$ allemal größer iſt, als r, und zwar deſto geſchwinder, je größer die Verhältniß zwiſchen beyden, das iſt, je größer v gegen r iſt. Endlich aber muß $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n} = 0$ werden. Da nun dieſes ſo viel heißt als r^{n+1} muß, gegen $(r+v)^n$ erwogen, nichts ſeyn; ſo iſt offenbar, daß dieſes auf zweyerley Art geſchehen könne, entweder, wenn v gegen r unendlich groß, oder wenn $n =$ einer unendlichen Größe iſt. Da nun jener Fall nicht möglich iſt, (weil r gegen v bey allen Luftpumpen beſtändig eine endliche
Verhält-

ziehende Kraft in ihnen dadurch immer mehr und mehr verſtärkt wird, ja endlich gar ſo ſtark werden kann, daß keine endliche Kraft vermögend iſt, ſie von einander zu reißen.

Verhältniß nothwendig haben muß); ſo kann $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n}$ nicht anders = o werden, außer wenn n eine unendliche Größe iſt. Welches ſo viel heißt: wenn zulezt gar keine Luft mehr in dem Recipienten bleiben, und die zuſammenziehenden Kraft der ausgedehnten Luft unendlich groß werden ſoll; ſo darf man niemals aufhören, die Luft auszupumpen.

7. Weil nun beyde Arten der Federkraft die ausdehnende und zuſammenziehende, keinesweges von der Figur desjenigen hohlen Körpers abhängen, in welchem ſie in beyden Fällen eingeſchloſſen iſt, ſondern blos, um wie viel der Raum entweder in jenem Falle kleiner, in dieſem aber größer iſt, wie der natürliche Raum der äußern Luft; ſo iſt auch offenbar: daß die inwendige Kugelfläche des hohlen Körpers den meiſten Druck oder Zug von der eingeſchloſſenen Luft, deswegen auszuſtehen haben, weil die Kugel derjenigen Körper unter allen iſt, deſſen Oberfläche den geringſten Raum einnimmt, gegen welchen ſich der beſtimmte Druck oder Zug äuſſert. Mithin wird dieſe Kraft gegen die erwehnte Fläche des Körpers überhaupt, immer deſto ſchwächer, (ob ſie gleich an allen Stellen derſelben gleich bleibt,) je mehr die Fläche von der kugelförmigen abweicht.

8. Wenn man alſo eine Glocke ſtatt des Recipienten auf der Luftpumpe gebraucht, ſie auf den Teller ſtellt und die Luft heraus zieht, ſo wird ſie auf demſelben ungleich feſter ſitzen, als wenn man an ihrer Stelle eine Kugel von gleichem Inhalte, aber mit einem engen Loche auf eben die Art auf dem Teller befeſtigte. Diejenige Kraft alſo, welche in beyden Fällen erfordert wird, den Recipienten von dem Teller loszureißen, würde bey der Kugel erhalten werden: wenn man zu ihrer Oberfläche, der Weite des Loches und dem Dru-

Auch können wir 2) ſowohl alle Eigenſchaften der Waſſerpumpwerke, 3) der torricellianſchen Röhre oder des in derſelben vermeinten leeren Raums, als auch alle Verſuche mit der Luftpumpe, 4) den Barometern u. a. m. ungemein viel leichter erklären, als aus der bisherigen, da man der Natur alle Augenblicke Gewalt anthun muß, und die gröbſten Widerſprüche findet. [III.]

cke der zuſammenziehenden Kraft gegen die ganze innere Kugelfläche, die vierte Proportionalzahl; bey der Glocke aber zu ihrer ſämmtlichen Oberfläche (die untere Weite darzu gerechnet) ihrer untern Weite und dem ganzen Drucke gegen ihre innere Oberfläche, ebenfalls die vierte Proportionalzahl ſuchte. Auf eben die Weiſe kann man mit allen andern Körpern verfahren, was für eine Figur ſie auch immer haben mögen.

9. Hieraus erhellet ferner, daß alle diejenigen Werkzeuge, welche zu der Verdickung oder Verdünnung der Luft gebraucht werden, und an welchen der Hauptheil der hohle Cylinder iſt, durch welchen die Luft entweder in einem andern hohlen Theile zuſammen gedrückt, oder aus demſelben heraus gezogen wird, allemal deſto leichter zu gebrauchen ſind, einen je kleinern Durchmeſſer dieſe Cylinder haben; was man aber in Betracht der Leichtigkeit, mit welcher gearbeitet wird, gewinnet, das verliehrt man an der Zeit wieder; weil man deſto länger arbeiten muß.

[III.] 1. Was nun die Erklärung der Naturbegebenheiten aus dieſer Theorie anlangt, ſo dürfen wir niemals beſorgen, daß wir auch nur in einigen Fällen in Verlegenheit ſeyn werden. Denn die zuſammenhängende Kraft der von der Luft ausgeleerten Halbkugeln z. E. welche der Herr Verfaſſer nicht erklären konnte, iſt $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n}$, wird immer größer, und zuletzt unendlich groß, wenn entweder der Inhalt des Cylinders v, gegen den Inhalt dieſer beyden Kugeln, welcher hier in der Formel durch r vorgeſtellt wird, unendlich groß wird, oder das Auspumpen unendlich

lange

lange fortgeſetzt wird, oder auch beydes zugleich iſt. Mithin iſt offenbar, daß wir im Stande ſind, dieſe Begehenheit zu erklären, der Zuſammenhang der beyden Körper ſey ſo ſtark, als er wolle. Wenn dahingegen der Herr Verfaſſer dieſelbe aus der Schwere der äußern Luft oder des Luftkreiſes herleiten will, und die Kraft des Zuſammenhanges dieſer Kugeln zu 188 lb. berechnet; wie wird es um ſeine Erklärung ſtehen, wenn dieſer Zuſammenhang nicht nur viel tauſend, oder Millionen mal größer bemerkt wird, als er ihn berechnet hat, ſondern zuletzt gar unendlich iſt? Soll aber dennoch die Schwere der Luft die Urſache bleiben, ſo folgt, daß eine Luftſeule, deren Höhe ein Quadratzoll, die Höhe aber der Höhe des Luftkreiſes gleich iſt, in dieſem Falle viel ſchwerer angenommen werden müſſe, als eine eben ſo große Maſſe von Bley. Und ich ſollte denken, daß dergleichen Widerſprüche ſchon grob genug wären, und man daher Urſache hätte, eine ſolche Theorie von der Luft nicht mehr zu ſchätzen.

2. Aus eben unſerer Theorie laſſen ſich auch die Würkungen aller hydrauliſchen Maſchinen eben ſo leicht erklären. Denn, ſo wie der Kolben in dem Stiefel in die Höhe gezogen wird, ſo nimmt nunmehr diejenige Luft, welche ſich zwiſchen ihm und dem Waſſer befand, einen größern Raum ein, und bekommt daher eine Kraft, diejenigen Körper zuſammen zu ziehen, in welche ſie eingeſchloſſen iſt. Da nun das Waſſer, als ein flüßiger Körper, dieſer zuſammenziehenden Kraft nachgeben kann; ſo muß es nothwendig in der Saugröhre in die Höhe und in den Stiefel ſteigen u. ſ. f. Daß es aber durch dieſe Kraft nicht höher als auf 32 oder 33 Fuß gehoben werden kann, kommt nicht daher, wie der Herr Verfaſſer meint, weil ihr keine ſchwerere Luftſeule das Gleichgewicht hält; ſondern vielmehr, weil die Schwere der Waſſerſeule ſtärker iſt, als ihr Zuſammenhang: wäre dieſes nicht, ſondern der Zuſammenhang der Waſſerſeule unendlich ſtark; ſo müßte ſie auch durch eine unendliche Kraft der zuſammenziehenden Luft, auf eine unendliche Höhe gehoben werden können. Indem wir aber behaupten, daß dieſer Zuſammenhang von dem Gewichte der Waſſerſeule überwunden werde, mag man ſich ſo

wenig befremden laſſen, daß wir vielmehr von allen Körpern ohne Unterſcheid geſtehen, ſie ſeyen ſo zach oder hart, wie man will: daß ihr Zuſammenhang endlich durch ihre Schwere überwunden werde; und ſo auch allemal deſto eher, je geringer der Zuſammenhang und je größer ihre eigentümliche Schwere iſt.

3. Unter allen Verſuchen aber, die mir bekannt ſind, iſt kein einziger, der mit einigem Scheine dieſer unſerer Theorie nachtheilig erachtet werden möchte, als der mit der torricelliſchen Röhre, oder vielmehr dem in derſelben gemachten leeren Raume: und ich kann nicht leugnen, daß mich derſelbe anfänglich ſtutzig gemacht hat. Betrachtet man aber 1) das Verfahren, wie dieſer ſeynſollende leere Raum gemacht wird, und nebſt demſelben 2) die Natur des Queckſilbers etwas genauer; ſo verſchwindet aller Widerſpruch gegen unſere Theorie. Denn, indem der untere Theil der Glasröhre mit dem Queckſilber auch völlig ausgefüllt iſt, und nachher umgekehrt wird; ſo iſt es nicht wohl möglich, die Oberfläche des Queckſilbers dergeſtalt ſenkrecht gegen die Achſe der Röhre, wehrend dem Umwenden, zu erhalten, daß zwiſchen dem Queckſilber und der Röhre keine Luft in die Höhe ſteigen ſollte, ſo wenig es auch immer ſeyn mag; wie doch ſolches keinesweges geſchehen darf, wenn der Verſuch etwas beweiſen ſoll. Wenn man aber übrigens glaubt, das Queckſilber in dieſem Verſuche von der Luft vollkommen reinigen zu können, ohne daß dergleichen im geringſten darzwiſchen bleibe, ſo iſt dieſes ohne Zweifel ein Irrtum in der Erfahrung. Denn die Theilgen dieſes flüßigen Metalles erſcheinen uns, wir mögen ſie auch durch noch ſo ſehr vergrößernde Gläſer betrachten, allemal rund; auch behaupten alle neuere Aerzte: daß eben dieſe runde Geſtalt, wenn dieſes Metall, ſo zu ſagen in unendlich kleinen Theilgen aufgelöſet werde, ſich alsdenn mit den flüßigen Theilgen des Körpers vermiſche und nicht nur die verſtopften Drüſen, ſondern ſogar den Nervenſaft ſelbſt durchdringe, allen dieſen flüßigen Theilen ihren vorigen Umlauf wieder herſtelle oder befördere. Nicht zu gedenken, daß die Theilgen aller flüßigen Weſen überhaupt nothwendig rund ſeyn müſſen, weil ſie ſonſt nicht fließen könnten: wie ſolches der Herrn Verfaſſer

faſſer, im Anfange ſeiner Vorleſung zu der Hydroſtatik, auch zur Genüge bündig erwieſen hat. Sind aber die Theilgen des Queckſilbers rund, ſo müſſen ſie ja, weil ſie einander an allen Seiten nicht unmittelbar berühren können, nothwendig Zwiſchenräumgen haben, die mit Luft angefüllt ſind; wo wir nicht entweder eine Materie erdichten, mit der ſie ausgefüllt ſeyn ſollten, oder ohne die geringſte Urſache einen luftleeren Raum zugeben wollen. Gehört es aber vielmehr zu dem Weſen der flüßigen Körper überhaupt, daß die Zwiſchenräumgen in ihnen mit Luft ausgefüllt ſind; wie will man ſie denn von derſelben vollkommen reinigen, wo ſie anders nicht gar aufhören ſollen, flüßig zu bleiben? Können ſie aber von der Luft nicht vollkommen gereinigt werden, ſo geſchieht ja weiter nichts mit dem Queckſilber, als daß man nur die groben Luftblaſen heraus bringt; dabey aber immer noch Luft genug in demſelben zurück läßt: welche denn, wehrend dem, da die Röhre umgewendet wird, über die Oberfläche des Queckſilbers, ſo, wie es die hydroſtatiſchen Geſetze erfordern, in die Höhe ſteigt, und denjenigen Raum einnimmt, welchen man von aller Luft vollkommen leer zu ſeyn, glaubte. Weil aber das Queckſilber eine gar beträgtliche Schwere hat, ſo muß auch der gedchte Raum, von der Kraft dieſer Schwere um deſto mehr ausgedehnt werden, als es von einem jedweden andern flüßigen Weſen, welches ungleich leichter iſt, geſchehen kann. Weswegen denn nicht wohl mit Grunde behauptet werden kann, daß durch dieſen Verſuch ein würklich luftleerer Raum erhalten werde. Iſt aber dieſes nicht, ſo erhellet aus unſerer Theorie nunmehr deutlicher: daß die zuſammenziehende Kraft der über dem Queckſilber in der torricelliſchen Röhre verdünnten Luft, daſſelbe erhalte, daß es nicht herunter fallen könne; keinesweges aber, wie der Herr Verfaſſer behauptet, die äußere Luft durch ihren Gegendruck auf daſſelbe.

4. Was übrigens alle diejenigen Verſuche (XC) anlangt, welche mit der Luftpumpe und unter dem Recipienten gemacht werden; ſo iſt es offenbar, daß dieſelben alle nichts beweiſen können. Weil es aber unnöthig ſeyn würde, die irrige Erklärung bey allen und jeden einzelnen derſelben zu zeigen; ſo muß ich nur zuerſt überhaupt

haupt bemerken, worauf es bey ihrer Erklärung ankomme, und alsdenn die Anwendung der Erklärung einiger hinzufügen, damit der Leſer ſowohl die richtige Erklärung der übrigen leicht finden, als auch die irrige von dem Herrn Verfaſſer gelieferte, deſto leichter einſehen möge.

5. Bey allen denen 28 Verſuchen, die der Herr Verfaſſer (XC. 2—29.), beſchreibt, und in welchen er überhaupt beweiſen will, daß die äußere Luft alsdenn mit ihrem Drucke und Federkraft auf die Körper würke, wenn der Widerſtand unter dem Recipienten über der Luftpumpe gehoben ſey, iſt zu merken: daß er diejenige Würkung, welche von der zuſammenziehenden Federkraft der verdünnten Luft herrührt, beſtändig und höchſt irrig dem Drucke und der Federkraft der äußern Luft zuſchreibt.

6. Wenn er daher (N. 2.) die Luft unter dem Recipienten verdünnt, und mithin ihre zuſammenziehende Federkraft ſo erregt, daß dieſe den Recipienten an den Teller zieht; ſo glaubt er, die äußere Luft drücke denſelben gegen den Teller, weil der Widerſtand gehoben ſey. Weil aber dieſe Kraft immer ſtärker wird, je länger man fortfährt, die Luft auszupumpen, und zuletzt, ſo wie es die Formel $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n}$ erfordert, unendlich groß wird, es ſey der Recipient ſo groß oder klein, als man immer wolle; ſo kann die äußere Luft die Urſache dieſer Würkung deswegen nicht ſeyn, weil dieſe auf jeden Zoll des horizontalen größten Durchſchnittes des Recipienten, nur 15 lb. beträgt.

7. In dem 3ten Verſuche glaubt der Herr Verfaſſer diejenigen recht bündig zu überzeugen, welche den Druck der äußern Luft nicht glauben können: und geht hier folgendermaaßen zu Werke. Unter den größern Recipienten ſtellt er einen kleinern, und dieſen nicht über das Loch durch den Teller, ſondern darneben; zieht aus beyden zugleich die Luft, läßt ſie nachher mit einem male wieder in den größern hinein, und der Erfolg iſt: daß man deutlich ſieht, wie bey dem Wiederhineinlaſſen der Luft in den größern Recipienten, der kleinere mit Gewalt recht in das Leder, worauf er ſteht, hinein gedrückt wird. Wovon denn die Urſache die

äußere

äußere mit einem male wieder hineingelaſſene Luft ſeyn ſoll, welche den kleinern Recipienten auf das Leder druckt. Nach unſerer Theorie aber kann dieſes nicht anders ſeyn. Denn, ſo wie man die Luft aus beyden Recipienten zugleich zieht, ſo wird auch die zuſammenziehende Federkraft der zurückbleibenden unter ihnen gleich ſtark erregt; mithin kann der kleinere an dem Teller nicht feſt ſitzen, weil ihn dieſe erwehnte Federkraft eben ſo ſehr von den Teller weg, als gegen denſelben zieht. Wird nun die Luft zwar in den größern Recipienten wieder hineingelaſſen, in den kleinern aber nicht; ſo bleibt in dieſem die zuſammenziehende Federkraft unverändert, und zieht ihn gegen den Teller, an welchem er denn aus der Urſache feſt ſitzen muß, weil eben dieſe Art der Kraft zwiſchen ihm und dem größern Recipienten, der innern nicht mehr entgegen würkt, oder es verhindert, daß ſie ihre Würkung äußert. Hat übrigens der Herr Verfaſſer (wie wir uns denn füglich ſo ausdrucken dürfen, es mag geſchehen können, oder nicht) die Luft unter beyden Recipienten unendlich verdünnet, und findet, daß der kleinere von ihnen dergeſtalt feſt auf dem Teller ſitzt, daß er ihn gar nicht wieder von demſelben losmachen kann, ohne ihn zu zerbrechen; wie will er denn dieſen Zuſammenhang aus dem Drucke der äußern Luft von 15 lb, auf jeden Quadratzoll ſeiner Grundfläche erklären? Es iſt alſo offenbar, daß er hier auf eben die Weiſe von einer unüberſteiglichen Schwürigkeit gedruckt werde, wie vorher.

8. Durch nichts aber wird man, wie wir im vorhergehenden ſchon erinert haben, von der Wahrheit unſerer Theorie mehr überzeugt, als durch den Verſuch, den der Herr Verfaſſer N. 4. beſchreibt; da man nehmlich die Hand auf einen offenen Cylinder legt, und die Luft heraus ziehen läßt; worauf denn dieſelbe, von der in dem Cylinder immer nach und nach zunehmenden zuſammenziehenden Federkraft der eingeſchloſſenen Luft, immer mehr befeſtigt wird, ſo wie man die Luft heraus zieht. Woraus denn alſo offenbar iſt, daß dieſelbe zuletzt unendlich groß werden müſſe, wie es die allgemeine Formel $\frac{r^{n+1}}{(r+v)^n}$, aus welcher $\frac{r^\infty}{(r+v)^\infty}$ wird,

wird, erfordert. Weil nun hiervon, daß die äußere Luft auf der Hand nicht die allergeringſte Empfindung verurſacht, ſondern die innere immer deſto mehr, je länger man mit dem Auspumpen anhält, und auch genau ſo, wie es die eben angeführte Formel erfordert; ſo muß man um deſto mehr darüber erſtaunen, daß man von Otto Guericken an bis auf die gegenwärtige Zeit, ſo lange nicht nur wider alle Analogie der Natur, ſondern ſo gar wider alle Empfindung hat reden können. Der Beweis, welchen alſo der Herr Verfaſſer von dieſer Begebenheit beybringt, iſt ungemein ſchlecht. Denn er ſagt: daß das Fleiſch der Hand in den Cylinder hinein dringe, davon ſey die Urſache, weil die in dem innwendigen Theilen derſelben befindliche Luft, ſo wohl auf die Haut als das Fleiſch, noch außer dem Drucke des Luftkreiſes, ihre Federkraft zugleich äußere, und beyde ſo weit als möglich, in den Cylinder hinein drucke. Eine ſolche Federkraft der Luft aber, wie ſie der Herr Verfaſſer hier annimmt, iſt eine bloße Erdichtung, und von welcher er ſo wenig durch irgend einen Verſuch als Vernunftſchluß überzeugt werden kann. Denn ſollen uns Verſuche von ihr überzeugen, das iſt, ſollen wir überführt werden, daß ein jeder Theil der äußern Luft ſich alsdenn ausdehnt, wenn der Widerſtand der übrigen ihr ähnlichen Luft, gehoben wird; ſo müſſen wir ja dieſen Widerſtand erſt heben, das iſt, einen wirklich von aller Luft leeren Raum machen können; welches aber durch alle unſere Kunſt unmöglich iſt: denn durch unſere angewendeten Bemühungen mit der Luftpumpe, erhalten wir weiter nichts, als daß wir den unter dem Recipienten zurückbleibenden Theil der Luft nur immer in einen größern oder kleinern Raum bringen. In dieſem letztern Falle leugnet kein Menſch, daß die eingeſchloſſene und zuſammen gedrückte Luft eine ſich ausdehnende Federkraft äußere, und dieſe eben daher rühre, weil man die Luft in einen engern Raum gebracht hat. Wer mag nun wohl ſo urtheilen oder ſchlüßen: wird die Luft zuſammen gedrückt oder in einen engern Raum gebracht, und ſie iſt alsdenn bemühet, ſich auszudehnen; ſo muß ſie ſich auch alsdenn eben ſo wohl ausdehnen, wenn ſie (welches doch genau das Gegentheil iſt) weiter auseinander oder in einen größern Raum gebracht wird? Jedermann

mann wird ja vielmehr umgekehrt urtheilen, daß ſie ſich in dieſem Falle zuſammen ziehen müſſe. Ferner iſt die Frage: wie weit ſoll ſich die Kraft der Ausdehnung erſtrecken, ſoll ſie ihre beſtimmten Grenzen haben, welche von gewiſſen äußern Urſachen feſt geſetzt werden, und welche ſind dieſe? oder kann ſie in gewiſſen Fällen gar unendlich werden, und in welchen? Der Herr Verfaſſer verſichert uns (LXXXVI.), die Federkraft der Luft werde durch die Höhe und Schwere derſelben beſtimmt, und erſtrecke ſich nicht höher, als auf 15 lb. auf jeglichen horizontalen Quadratzoll: welches denn über einen hohlen oben offenen Cylinder, deſſen Oeffnung 4 Quadratzolle iſt, 60 lb. Druck beträgt. Will ſich nun der Herr Verfaſſer von ſeinem Irrtume überzeugen, ſo darf er nur (weil dieſes einerley iſt) eine gläſerne Glocke, deren untere Oefnung von eben der Weite iſt, über das Loch auf den Teller der Luftpumpe ſtellen, und die Luft heraus zu ziehen anfangen; mitten an dem obern Ende derſelben einen Strick befeſtigen, ihn gerade oberwerts über eine Rolle führen, und an das andere Ende Gewichte hängen: ſo wird er ſo gleich inne werden, daß, wenn er nur die Maſchine auf dem Fußboden recht befeſtigt hat, damit ſie nicht ſelbſt ganz und gar gehoben werden kann, nicht nur ein mäßiges Uebergewicht über 60 Pfunde nicht vermögend iſt, die Glocke von dem Teller abzureißen, ſondern, ſo wie er nur ein wenig länger angehalten hat, die Luft heraus zu ziehen, ſo kann er immer mehr einigemal, zehnmal, ja endlich ſo viel Gewichte anhängen, als er nur will, ohne beſorgen zu dürfen, daß die Glocke jemals von dem Teller abgeriſſen werde. — Eben die Bewandtniß hat es auch mit dem von der zuſammenziehenden Federkraft der in zwoen Halbkugeln befindlichen ausgedehnten Luft herrührenden Zuſammenhange: wovon wir im Vorhergehenden ſchon Meldung gethan haben, und vor welche er die Kraft, wegen des Durchmeſſers derſelben von 4 Zollen, 188,3 lb. berechnete. Welcher Zuſammenhang mit weniger Mühe ebenfalls auf eben die hier vorher angegebene Art, dergeſtalt verſtärkt werden kann, daß 188,3 lb. gar nichts dargegen zu rechnen iſt. Woraus denn erhellet, wie ſehr dieſe Verſuche dem Vorgeben des Herrn Verfaſ-

ſers die ausdehnende Kraft der Luft betreffend, wenn der Widerſtand gehoben worden, widerſprechen.

9. Den ſechſten Verſuch (XC. 6.) betreffend, welcher darinnen beſteht, daß eine gläſerne unter dem Waſſer befindliche hohle und zum Theil mit Luft gefüllte Kugel, herauf und auf deſſen Oberfläche ſteigt; wenn die Luft aus dem Recipienten gezogen wird, ſo erklären wir denſelben folgendermaaßen aus unſere Theorie. — Wenn die Luft unter dem Recipienten verdünnt und in einen größern Raum gebracht wird, ſo muß auch ſo wohl die in dem Waſſer als der Kugel, eben dieſe Veränderung leiden, und ſich ausdehnen: weil dieſe Luft mit der übrigen unter dem Recipienten Gemeinſchaft hat. So wie aber die Luft in der Blaſe in einen größern Raum ausgedehnt wird, ſo muß ſie daher das Waſſer heraus treiben, eben dadurch leichter werden, und gegen die Oberfläche in die Höhe ſteigen. Eben ſo auch umgekehrt wieder unterſinken, wenn die Luft wieder in den Recipienten gelaſſen wird. So gleich aber wie dieſes geſchiehet, hört ihre zuſammenziehende Kraft auf; mithin giebt ſie der von eben der Art in der Blaſe befindlichen, nach; welche daher ſo wohl mehr Waſſer als Luft in ſich zieht. Weil ſie nun hierdurch wieder ſchwerer wird; ſo muß ſie auch natürlicher Weiſe wieder unterſinken: und dieſes ſo fort wechſelsweiſe eins um das andere, wie man den Verſuch wiederholt. Welches denn eben daher zugleich die Urſache von dem folgenden ſiebenden Verſuche (XC. 7.) iſt.

10. Von dem achten Verſuche, welcher darinnen beſteht, daß man ein kleines gläſernes Gefäß mit einem dünnen Halſe, welches mit Luft und Waſſer gleichfalls gefüllet und mit dem Halſe unterwerts gekehrt in ein anderes leeres Gefäß geſetzt wird; da denn das Waſſer in dieſes ſo gleich heraus läuft, wenn man die Luft aus dem Recipienten zieht: ſo iſt hiervon die Urſache dieſe. — Die Luft unter dem Recipienten, dem Waſſer und über dem Waſſer in dem Gefäße, wird an allen dieſen dreyen Orten eben dadurch zugleich weiter ausgedehnt, weil ſie mit der in dem Recipienten zuſammen hängt. Da alſo die in dem Gefäße ebenfalls einen größern Raum einnimmt, ſo muß ſie auch das Waſſer ſo lange heraus treiben, bis ihre zuſammen-

ziehen-

ziehende Kraft genau eben ſo ſtark iſt, wie eben dieſe Kraft der unter dem Recipienten: da denn beyde einander gleich ſind, und keine Bewegung des Waſſers ferner erfolgt; wenn man aufhört, die Luft heraus zu ziehen: fängt man aber wieder an, ſo wird auch die Luft in dem Gläsgen weiter ausgedehnt, und mehr Waſſer heraus getrieben. Je weniger Luft und je mehr Waſſer übrigens in dem Gläsgen iſt, deſto weniger Waſſer wird ſie allemal heraus treiben, und umgekehrt deſto mehr von dieſem, je mehr Luft und weniger Waſſer darinnen iſt: wenn nehmlich die Luft unter dem Recipienten, in beyden Fällen, um einen gleichen Grad und durch eine gleiche Anzahl von Zügen, verdünnet wird, wovon denn die Urſache ebenfalls leicht einzuſehen iſt. Denn wenn eine kleinere und größere Quantität Luft um einen gleich ſtarken Grad verdünnet wird, ſo beträgt der Raum, den ſie in jenem Falle mehr einnimmt, nicht ſo viel, als in dieſem. Da ſie nun in beyden Fällen eben ſo viel Waſſer heraus treibt, als dieſer Unterſcheid beträgt; ſo muß auch deſto mehr Waſſer aus dem Gläsgen heraus getrieben werden, wenn mehr darinnen iſt, als wenn man weniger hinein gethan hat. Iſt endlich der Hals des Gefäßgens ſehr enge und gar keine Luft darinnen, ſondern durchgehens mit Waſſer angefüllet; ſo wird man auch durch das Auspumpen der Luft, ganz und gar kein Waſſer herausbringen, welches denn nach unſerer Formel $\frac{r^{n+1}}{(v+v)^n}$, welche daher in $\frac{r^{\infty}+1}{(r+v)^{\infty}}=\frac{r^{\infty}}{(r+v)^{\infty}}=0$ ausartet, ſo viel heißt: eine Quantität Luft, die ſo geringe iſt, daß ſie gegen eine andere endliche Quantität derſelben, entweder für gar nichts gerechnet werden kann, oder auch würklich nichts iſt, hat eine unendlich große zuſammenziehende Kraft. So ſeltſam dieſer Ausdruck ſcheinen möchte, da man einem Nichts eine unendlich große Kraft zuſchreibt, ſo ſehr genau iſt dieſe Art zu reden der mathematiſchen Strenge angemeſſen; denn man will damit eigentlich ſo viel ſagen: wenn über dem flüßigen Weſen, in dieſem Falle, gar keine Luft iſt, ſo wird es nicht nur nimmer mehr heraus fließen, wenn man die Luft aus dem Recipien-

ten zieht, ſondern auch ſo gar nicht einmal weiter herunter ſteigen. Woraus wir denn endlich den wichtigen Grundſatz der Naturlehre lernen: es giebt ſo wenig einen luftleeren Raum in der Natur, als derſelbe durch irgend eine Kunſt gemacht oder hervorgebracht werden kann, man mag es auch anfangen, wie man wolle. Der Grund von dieſem Satze aber erhellet zugleich aus unſerer Formel, und iſt dieſer: wäre es möglich, daß zwiſchen Körpern ein luftleerer Raum entſtehen könnte, ſo würden dieſe mit einer unendlichen Kraft zuſammen gezogen. Da nun hierdurch der luftleere Raum ſo gleich aufhören müßte, als er entſtünde, (weil kein endlicher Körper einer unendlichen Kraft, welches man leicht zugeben wird, widerſtehen kann); ſo iſt auch offenbar, daß in der Natur ein luftleerer Raum ſo wenig möglich, als würklich iſt.

11. Welches denn auch zugleich die Erklärung des neun und zwanzigſten Verſuchs iſt, welchen der Herr Verfaſſer anführt und darinnen beſteht. Wenn man eine ziemlich weite Glasröhre nimmt, die oben gleich einem Haarröhrgen ſpitzig zugeht, ſie, nachdem ſie mit Waſſer gefüllt iſt, dergeſtalt unter den Recipienten hängt, daß das ſpitzige Ende oben iſt; ſo fließt kein Waſſer heraus, wenn man gleich die Luft aus dem Recipienten zieht, ſondern es bleibt auf eben die Weiſe ſtehen, wie in der freyen Luft. Wovon man denn die Urſache aus dem eben vorhergehenden leicht angeben wird, welche darinnen beſteht: ſollte das Waſſer auch ſo gar nur weiter herunter treten, ſo müßte oben in der Röhre ein luftleerer Raum entſtehen, welcher nicht möglich iſt. Mithin muß es nothwendig ſtehen bleiben. — Es iſt übrigens ſchon oben erinnert, daß das Waſſer bey dieſem Verſuche, nach des Herrn Verfaſſers Theorie, herunter fallen müßte, weil der Widerſtand der äußern Luft, welche, ſeiner Meynung nach, das Waſſer durch ihren Druck unterſtützt und erhält, gehoben wird. Allein, er erklärt hier wider alles Vermuthen aus der Lehre vom Zuſammenhange, und bekümmert ſich um keinen Druck der äußern Luft mehr: weil er ſieht, daß dieſer Verſuch ſeiner Theorie widerſpricht; da doch die Kraft deſſelben ſo wohl unter den Theilgen des flüßigen Weſens ſelbſt, als zwiſchen dieſen

ſen und der innern Fläche der Glasröhre wenig oder nichts zu bedeuten hat; ſondern das Waſſer nothwendig herunter fallen müßte. Mithin iſt hiervon keine andere Urſache anzugeben, wie dieſe: daß die in der Röhre befindlichen Theile des flüßigen Weſens alle gleich ſtark unterwerts drucken, und oben ein leerer Raum entſtehen müßte, wenn einige Bewegung derſelben herunterwerts entſtehen ſollte. Wäre aber entweder die Glasröhre ſehr weit, ſo müßte durch den Druck des flüßigen Weſens unterwerts, deſſen Zuſammenhang aus der Urſache getrennet werden, weil die Schwere deſſelben alsdenn ſtärker würde, als der Zuſammenhang ſeiner Theilgen.

12. Mit dem Unterſinken und wieder in die Höhe ſteigen der gläſernen Püppgen in dem Waſſer (N. 13.) hat es eben die Bewandtniß, wie mit der gläſernen Blaſe, wenn dieſelbe in die Höhe ſteigt und wieder zu Boden ſinkt: weswegen es denn unnöthig ſeyn würde, eben dieſe Erklärung abermal zu wiederholen.

13. Was (N. 9.) den Verſuch mit dem Eye betrift, welcher darinnen beſteht: daß man in das ſpitzige Ende deſſelben ein kleines Loch macht, es nachher unter den Recipienten legt und die Luft heraus zieht, da denn der ſämmtliche Dotter durch das Loch herausdringt; ſo hat es damit eben die Bewandtniß, wie mit dem Waſſer in der oben ſpitzig zugehenden Röhre, oder dem umgekehrten Gläsgen mit einem dünnen Halſe. Denn, ſo wie die Luft aus dem Recipienten gezogen und verdünnet wird, ſo äußert ſich ihre zuſammenziehende Federkraft, vermöge welcher ſie alle diejenigen Körper, in welchen ſie eingeſchloſſen iſt, zuſammen zieht. Mithin muß ſie ſich auch zwiſchen der innern Fläche des Recipienten und dem Dotter des Eyes, ſo lange zuſammen ziehen, bis die zuſamenziehende Federkraft der in dem dickern Ende des Eyes eingeſchloſſenen Luft eben ſo ſtark wird, wie die übrige Luft in dem Recipienten, ſo, daß ſie dieſer das Gleichgewicht halten kann, der Dotter aus dem Eye heraus treten, und daher die Luft in dem dickern Ende des Eyes weiter ausdehnen muß, als ſie in ihrem natürlichen Zuſtande iſt. Welche Luft denn immer weiter ausgebreitet wird, wenn man länger anhält, ſie aus dem Recipienten zu ziehen.

14. Der Verſuch (N. 10.) iſt von dieſem nur dadurch unterſchieden, indem hier die Luft in dem Eye ſo ſtark ausgedehnt wird, daß ſie die ganze harte Schale des Eyes völlig ausfüllt, nachdem der Dotter heraus gezogen iſt, ſo, daß es ausſiehet, wenn die harte Schale hinweggenommen wird, als ob das Ey noch ganz wäre Wenn aber der Herr Verfaſſer meynt, als ob dieſes nur alsdenn mit dem Eye geſchehen könnte, wenn es noch friſch ſey, iſt irrig: weil die zuſammenziehende Federkraft der verdünnten Luft ſo ſtark und mithin dieſe Luft ſo weit aus einander gedehnt werden kann, als man will, wenn man nur lange genug anhält, die Luft aus zu pumpen: wie ſolches aus der allgemeinen Formel erhellet. Indeſſen hat es ſeine Richtigkeit, daß der Verſuch mit einem alten oder gar faulen Eye nicht ſo wohl von ſtatten geht, und die Luft mit eben der Kraft in demſelben ſo weit ausgedehnt werden kann, als bey einem friſchen. Welches aber daher kommt, weil ſie in dem dickern Ende deſſelben immer nach und nach abnimmt, je älter das Ey wird. Da denn eben die Urſache ſtatt findet, die wir im kurz vorhergehenden mit der in dem umgekehrten Gläsgen oder der Glasröhre befindlichen Luft und Waſſer, ſchon angegeben haben; wo allemal um deſto weniger Waſſer heraus getrieben wurde, je weniger Luft darinnen war.

15. Was diejenigen Verſuche anlangt, da man (N. 11. 12.) allerley feſte Körper wie z. E. Metall, Stein, Holz, Pfropf u. d. gl. unter das Waſſer legt, die Luft über demſelben wegpumpt, da ſich denn auf deren Oberflächen kleine Luftbläsgen zeigen; ſo rühren dieſe daher, weil die Beſtandtheile dieſer Körper, welche die in denenſelben ſich befindende Luft einſchließen, eine klebrichte Materie ſind, die ſich gleich kleinen Bläsgen oder Perlen gleich dem Thaue, auf der Oberfläche zeigen, und die ausgedehnte Luft enthalten. Sind nun dieſe Körper öfters ſo leicht, daß ſie, wegen ihrer durch die mit ihnen zuſammenhängenden Bläsgen vermehrten Größe, leichter werden, als eine gleich große Quantität desjenigen flüßigen Weſens, worinnen ſie liegen; ſo müſſen ſie natürlicher Weiſe in die Höhe ſteigen, und auf demſelben ſchwimmen. Was (N. 15.)

den Schaum anlangt, welcher aus den flüßigen Weſen in die Höhe ſteigt, wenn ihnen unter dem Recipienten die Luft benommen wird, ſo iſt derſelbe ebenfalls nichts anders, als eine Menge kleiner mit Luft gefüllter Bläsgen, die wegen ihrer klebrichten Beſchaffenheit unter einander und mit der Oberfläche des flüßigen Weſens zugleich, zuſammen hängen, und deswegen aus dem Zwiſchenräumgen der Körper hervordringen mußten, weil die in denenſelben ſich ausbreitende Luft, nicht mehr Raum hatte. Dieſe kann aber aus der Urſache nicht verfliegen, weil ſie von der klebrichten Materie eingeſchloſſen wird, deren Zuſammenhang ſtärker iſt, als diejenige Kraft, mit welcher die Luft durch das Waſſer in die Höhe ſteigt. So bald indeſſen die äußere Luft in den Recipienten wieder hineindringen kann, ſo findet die in den Bläsgen keinen Widerſtand mehr von der zuſammenziehenden Kraft der äußern in dem Recipienten; weswegen denn jene eben dieſe Art der Kraft würklich äußert, ſich zuſammen zieht, und wieder in diejenigen Zwiſchenräumgen hineindringt, wo ſie her gekommen iſt.

16. Eben dieſes iſt auch (N. 16.) die Urſache, des, dem Scheine nach, unter dem Recipienten kochenden Waſſers, wenn die Luft weggepumpt wird, und die in dem Waſſer ſich befindende aus demſelben in die Höhe ſteigt. Ferner: wenn man verſchiedene Arten der zuſammen geſchrumpften Aepfel, anderes Obſt, oder auch eine mit ein wenig Luft gefüllte Blaſe (N. 23.) unter den Recipienten legt, und die Luft heraus zieht: worauf denn alle dieſe Körper, wenn ihre Oberfläche die Luft nicht durchläßt, aus der Urſache, wieder ganz glatt ausgebreitet werden müſſen: weil die unter dem Recipienten verdünnte Luft ihre zuſammenziehende Federkraft äußert, die Oberflächen dieſer Körper auswerts an ſich zieht, und dieſes ſo lange, bis die daher entſtehende ſich zuſammenziehende Kraft der in den Körpern ſich befindenden Luft, der äußern das Gleichgewicht hält. Welche Kraft denn dieſe Körper deswegen endlich alle zerſprengen muß, weil ſie immer ſtärker wird; ſo lange man mit der Arbeit des Auspumpens anhält.

17. Wenn (N. 19.) gezeigt wird, wie die Gewächſe mit Queckſilber ausgeſprützt, oder vielmehr erfüllet werden, indem man z. E. einen Stängel derſelben an beyden Enden glatt ſchneidet, ihn gerade auf in ein Gefäß mit Queckſilber ſetzt, dieſes nachher unter den Recipienten ſtellt, und die Luft heraus zieht; da denn daſſelbe in den Zwiſchenräumgen des Stängels in die Höhe ſteigt, und auf dieſe Weiſe einen ſo beträchtlichen Theil deſſelben ausmacht, daß deſſen Schwere merklich geändert wird: ſo iſt hiervon ebenfalls keine andere Urſache anzugeben, als weil die Luft in den länglichten Zwiſchenräumgen des Stängels, gleich der übrigen in dem Recipienten, durch ihre Verdünnung eine zuſammenziehende Kraft äußert, vermöge welcher ſie das Queckſilber in dem Stängel oder Holze in die Höhe zieht; wird aber wieder Luft hineingelaſſen; ſo fällt die zuſammenziehende Kraft weg, mithin auch das Queckſilber wieder herunter.

18. Bindet man eine Blaſe über einen oben offenen Recipienten (N. 20.), oder befeſtigt (N. 21.) eine gläſerne Flaſche über dem Loche auf dem Teller unter dem Recipienten; ſo werden beyde zerſprengt, wenn man die Luft herauspumpt: die Urſache iſt, weil die inwendig verdünnte Luft, vermöge ihrer zuſammenziehenden Federkraft, ſo wohl die Flaſche als Blaſe mit Gewalt nach der innwendigen Seite zieht und ſie zerſprengt. Warum man aber hierzu keine runde, kugelförmige Flaſche gebrauchen kann, ſondern eine glatte oder viereckte nehmen muß, iſt die Urſache; weil eine gleiche Kraft, wenn ſie gegen eine ebene Fläche würkt, mehr auszurichten vermag, als gegen eine runde nach der inwendigen Seite zu, die Kraft mag in- oder außerhalb angewendet ſeyn. Denn jene Geſtalt widerſteht der Kraft, gleich einem Gewölbe. Würkt aber die Kraft (N. 22.) nach der auswendigen Seite hin, ſie ſey in oder außer dem Gefäße; ſo mag daſſelbe rund, glatt oder eckicht ſeyn, ſo wird es in allen Fällen zerbrechen. Der Fall, welchen der Herr Verfaſſer bey dieſem Verſuche anführt, iſt der, da er die Flaſche wohl verſtopft, die Luft darinnen läßt, ſie unter den Recipienten ſetzt, die Luft heraus zieht, und ſie auf dieſe Weiſe zerbricht. Wovon denn, wie leicht

zu erachten, die Urſache folgendermaaßen angegeben wird: daß die zuſammenziehende Federkraft der ausgedehnten Luft zwiſchen der Flaſche und dem Recipienten, jene deswegen aus einander reißt, weil ihr von der inwendigen Seite der Flaſche keine Kraft entgegen würkt, indem die Luft in derſelben in ihrem natürlichen Zuſtande iſt, und ſo wenig eine ausdehnende als zuſammenziehende Federkraft hat und äußern kann.

19. Eine ähnliche Bewandtniß hat es auch mit einer (N. 24.) unter dem Recipienten an dem Schlauche aufgehängten Sprütze, welche, wenn zwiſchen ihr und dem Schlauche Luft iſt, an demſelben herunter trit, wenn die Luft aus dem Recipienten heraus gezogen wird; aber ſogleich wieder in die Höhe, ſo bald man die Luft wieder hinein läßt: dieſe Bewegung aber allemal deſto merklicher wird, je mehr Luft in der Sprütze, und weder verdickt noch verdünnet iſt. Womit es denn eben die Bewandtniß hat, wie mit der Luft in dem Gläsgen (N. 10.), welche deſto mehr Waſſer heraus trieb, je mehr von ihr in dem Gefäßgen befindlich war.

20. Der Herr Verfaſſer führt (N. 25.) den Verſuch mit der Sprütze an, in welcher das flüßige Weſen in die Höhe ſteigt, wenn der Schlauch in die Höhe gezogen wird. Bey ihm iſt die Urſache: weil die Luft zwiſchen dem Schlauche und dem flüßigen Weſen verdünnet, und eben daher ihre Federkraft vermindert werde; er ſollte aber vielmehr ſagen: ſie wird gerade umgekehrt, nimmt eine widrige Natur oder Eigenſchaft an, oder, wie ſich die Analyſten beziehungsweiſe gegen die ausdehnende Kraft, ausdrücken, dieſe ausdehnende Kraft, wird negativ, das iſt, ſie würkt genau umgekehrt, und auf die Weiſe, indem ſie ſich zuſammen zieht, und eben daher das flüßige Weſen mit ſich zugleich in die Höhe zieht. Setzt man daher die Sprütze unter den Recipienten und zieht die Luft heraus, den Schlauch aber in die Höhe; ſo iſt natürlich, daß es alsdenn nicht in die Höhe ſteigen kann, weil die von der verdünnten Luft herrührende zuſammenziehende Kraft daſſelbe zurück hält, daß es nicht in die Höhe ſteigen kann, wenn gleich die Luft in der Sprütze eben-

falls zuſammenziehend würkt, ſo lange dieſe Kraft ſchwächer iſt, als die äußere in dem Recipienten. Iſt dahingegen die Sprütze recht gut gemacht, und der Schlauch ſchließt in derſelben genau an der innern Fläche derſelben an, die Luft in dem Recipienten aber iſt nur um etwas weniges verdünnet oder herausgezogen; ſo wird man ſogleich ſehen, daß das flüßige Weſen in der Sprütze in die Höhe ſteigt, wenn man den Schlauch nur weit genug hinauf zieht; weil dadurch die innere Luft mehr verdünnet wird, als die äußere.

21 Mit dem Verſuche (N. 26.) hat es eben die Bewandtniß, wie mit dem Waſſer in dem Gefäßgen, wovon wir N. 10. die Urſache angegeben haben. Wenn uns aber der Herr Verfaſſer verſichern will, es hienge das Steigen des Queckſilbers in der an beyden Enden offenen Glasröhre, die in dem Halſe der Flaſche, in welcher ſie ſteht, feſt gekittet worden, nicht von der Menge der in derſelben eingeſchloſſenen Luft her, und es ſtiege in der Röhre beſtändig gleich ſtark, (denn ſo verſtehen wir ſeine Worte) und ſo lange man mit dem Auspumpen der Luft anhielte, die Quantität der eingeſchloſſenen Luft ſey ſo geringe, als man wolle; ſo kann der Herr Verfaſſer den Verſuch unmöglich mit der gehörigen Sorgfalt angeſtellet haben. Denn, wenn die in dem Fläſchgen eingeſchloſſene Luft nur ſehr gering iſt, ſo nimmt auch ihre zuſammenziehende Kraft ſehr ſchleunig zu, und wird in kurzem dergeſtalt ſtark, daß das Steigen des Queckſilbers in der Röhre gar bald unmerklich wird; ob es gleich noch nach unſerer Theorie nichts deſto weniger würklich immer höher ſteigt. Wäre es aber gleich an dem, was er uns ſagt, ſo würde der Verſuch weiter nichts als dieſes beweiſen, daß in dem Queckſilber würklich mehr Luft ſey, als wir es bisher durch Verſuche bemerkt haben. Dieſes aber würde alsdenn um deſto mehr erwieſen ſeyn, wenn man, ſo viel möglich, das Fläſchgen mit dem Queckſilber ganz vollfüllete, und alsdenn die Röhre hineinkittete. Stiege alsdenn das Queckſilber, wehrend dem Herausziehen der Luft, nichts deſto weniger, oder gar auf die Weiſe, wie es der Herr Verfaſſer behauptet; ſo wäre ſolches der untrüglichſte Beweis von der in dieſem flüßigen Metalle befindlichen großen Menge der Luft, deren zuſammen-

ſammenziehende ſchwächere Federkraft der äußern ſtär⸗kern alsdenn dergeſtalt nachgeben müßte, daß das Queckſilber würklich auf die Weiſe ſteigen könnte. Wo⸗von ich die genauere Unterſuchung mir gegenwärtig bis zu einer andern Zeit vorbehalten muß.

22. Der ſieben und zwanzigſte Verſuch, welchen der Herr Verfaſſer beſchreibt, iſt von eben der Art, wie mehrere von den vorhergehenden: weswegen es denn dem Leſer eben ſo wohl unangenehm ſeyn würde, als mir ſelbſt, wenn ich einerley Erklärungen und Beweiſe ſo oft wiederholen wollte; zu geſchweigen, daß ein jed⸗weder, welcher die gegenwärtige Theorie, nur mit ei⸗niger Aufmerkſamkeit überdacht hat, die Urſachen von allen Begebenheiten gar leicht finden wird, welche von der Federkraft der Luft herrühren.

23. Endlich muß ich noch anmerken: daß ſchon zu den Zeiten des Iſaac Newton ein Jeſuit Namens Li⸗nus die zuſammenziehende Kraft der Luft behauptet hat, wenn ſie in einen engern Raum gebracht würde, als welchen ſie gewöhnlichermaaßen einzunehmen pflegt, da ſie ſo wenig weiter ausgebreitet, als ſtärker zuſam⸗men gedruckt iſt. Allein der gute Verfaſſer trieb ſeine Gelehrſamkeit weiter, als es nöthig war, und demon⸗ſtrirte auch ſo gar die Art und Weiſe, wie es zugienge, daß die ausgebreitete Luft die Körper an ſich zöge, in welche ſie eingeſchloſſen wäre, und belehrte die Welt, daß die Luft vermittelſt einer gewiſſen Materie, nach Art kleiner Kettgen würkte, welche ſehr elaſtiſch wären, ſich an die Körper hiengen, und ſie auf dieſe Weiſe nach ſich zögen: und was dergleichen höchſt genaue Erklä⸗rungen mehr waren, wodurch öfters die bündigſten und offenbahrſten Wahrheiten und Theorien veracht⸗lich und zuweilen gar lächerlich werden.

24. Indeſſen entſtund doch über dieſe Materie ein Streit, und Linus bekam einige Anhänger. Hierauf wendete man ſich an das Orakel damaliger und aller Zeiten in der gelehrten Welt, den großen Newton, und bath dieſen, zu entſcheiden, wer Recht hätte, die Anhänger des Linus, oder die, welche der bisherigen Meynung von dem Drucke und Schwere der Luft zu⸗

gethan

gethan wären. Allein dieſer große Gelehrte war zu beſcheiden, einen Richter in der gelehrten Welt abgeben zu wollen, hielt ſein Urtheil zurück, und antwortete: er wüßte ſelbſt nicht, was er zu der Sache ſagen ſollte. Vielleicht kann es auch etwas darzu beygetragen haben, daß **Newton** die Theorie von der Schwehre der Luft einmal angenommen und ziemlich viel daraus hergeleitet hatte.

25. Hätte **Linus** die Beweiſe ſeiner Theorie nicht ſo gar weit getrieben, ſondern ſie, nach dem vernünftigen Beyſpiele des **Newton**, die zuſammenziehende Federkraft auf eben die Weiſe, als ein durch Verſuche beſtätigtes Phänomenon, angenommen, wie dieſer die anziehende Kraft zwiſchen den Körpern, ohne die Art der Würkung erklären zu wollen; ſo hätte man vielleicht mehr Achtung dargegen gehabt.

26. Uebrigens iſt dieſe Theorie ſo wenig etwas vollſtändiges, wie die folgende; und beyde enthalten blos die in der Naturlehre nöthigen Hauptſätze, oder ſo viel, als in einen ſo kurzen Lehrbegriff von der Naturlehre gehört, als der gegenwärtige; wenn er wenigſtens nicht unvollſtändig ſeyn ſoll. Geſtattet es aber die folgende Reihe meiner Umſtände, ſo werde ich ſie g. G. bey anderer Gelegenheit weiter ausführen, oder dieſes lieber andern überlaſſen, welche hierzu mehrere Fähigkeit und Hülfsmittel haben, als ich.

Neue Theorie
von der
Erwärmung und Erkältung
der Körper.

Was Wärme und Kälte eigentlich ſey, genau zu erklären, oder wie es zugehe, daß wir bey jener andere Empfindungen haben, als bey dieſer, wäre vielleicht eine mit eben ſo vielen Schwürigkeiten als wenigem Nutzen verbundene Bemühung. Mithin werden wir zween Grade der Witterung, das iſt, der Wärme und Kälte, als bekannt annehmen, und die zwiſchen dieſe fallenden übrigen Grade ſo allgemein nach mathematiſchen Gründen unterſuchen, und ſie auseinander ſetzen, daß ein jeder leicht im Stande ſeyn wird, ſie zu beſtimmen, und auf die natürlichen Begebenheiten ſo richtig als möglich, anzuwenden. [I.]

Die

[I.] 1. Die genaue Beſtimmung der Wärme und Kälte iſt von je her aus der Urſache mit vielen Schwürigkeiten verbunden geweſen: weil beyde ſowohl nach den verſchiedenen Erdſtrichen verſchieden ſind, als auch, die Grade beyder durch die Kunſt merklich verſtärkt werden können. Von welchem letztern man ſich aus dem vortreflichen Werkgen des Herrn Georg Martin von der Verfertigung und dem Gebrauche der Wettergläſer ꝛc. ausführlicher belehren kann.

2. Da nun nichts ſo ſehr nöthig iſt, wenn anders dieſe Bemühungen nur von einigem Nutzen in phyſiſchen Betrachtungen ſeyn ſollen, als daß man wenigſtens zween Grade als bekannt annimmt, um nach dieſen

Die Körper erkalten 1) ſo wenig in einem Augenblicke, als ſie erhitzt werden, ſondern es iſt allemal eine gewiſſe Zeit nöthig, in welche ſie die-
ſe

dieſen die übrigen ſchätzen zu können; ſo wollen wir dieſe beyden Grade zuerſt als gleichgültig betrachten, und aus denenſelben die mittlern Grade unterſuchen, wie ſie natürlicher Weiſe aus ihnen erfolgen, und erfolgen müſſen.

3. Daß die Körper niemals in einem Augenblicke weder erhitzt werden noch erkälten, davon kann ſich ein jedweder leicht aus der Erfahrung überzeugen, wenn er nur in einer Schmiede darauf achtet, wie z. E. das Eiſen glüend gemacht wird. Denn wenn der Schmied einen Stab Eiſen ins Feuer legt, ſo wird ſchon eine merkliche Zeit erfordert, bevor derſelbe glüend wird, wenn die Gluth des Feuers gleich noch ſo ſtark iſt.

4. So bald das Eiſen alſo in die Gluth gelegt wird, ſo vermiſcht ſich der Grad der Hitze, welchen das Feuer hat, mit dem Grade der Witterung, das iſt mit demjenigen von dieſem verſchiedenen Grade der Wärme oder Kälte, welcher dem Eiſen eigen iſt. Aus dieſer Vermiſchung beyder entſteht ein dritter Grad, welcher ein mittlerer zwiſchen beyden iſt; dieſer mittlere Grad würkt daher auf dasjenige Eiſen, welches nahe unter der Oberfläche liegt, und ſo fort, bis daſſelbe nach und nach durchgehens zuerſt erwärmt, und durch die anhaltende Vermiſchung der erwehnten erſten Grade, endlich das Eiſen durchgehens erhitzt und glüend wird.

5. Nachdem alſo der körperliche Inhalt des Eiſens größer oder kleiner iſt, braucht es auch mehrere Zeit, erhitzt, oder glüend zu werden. Woher es denn kommt, daß der Schmied einen mit dem einen Ende ins Feuer gelegten Stab Eiſen mit der Hand an dem andern Ende anfaſſen und behandeln kann. Ja man bemerkt ſogar an der Röthe, daß die Gluth des Eiſens von dem Ende an, mit welchem es in Feuer gelegen hat, gegen das andere zu, immer nach und nach abnimmt, und ſich verliehrt.

6. Mit dem Erkälten der Körper hat es eben die Bewandtniß, wie mit dem Erhitzen, in Betracht der Zeit nehm-

ſe Veränderung der Witterung annehmen. Zu derſeben aber werden 2) allemal zween verſchiedene Grade erfordert, welche mit einander vermiſcht werden.

nehmlich, und da daſſelbe nicht in einem Augenblicke, ſondern ebenfalls nach und nach geſchieht. Denn, wenn man gleich den glüenden Stab ins Waſſer legt und ihn ablöſcht, ſo braucht er nichts deſto weniger eine merkliche Zeit, ehe er erkältet, oder eben den Grad der Kälte annimmt, welcher dem Waſſer eigen iſt. Und wenn es gleich das Anſehen hat, als ob die Oberfläche des Eiſens vollkommen erkältet wäre, ſo kann man doch verſichert ſeyn, daß die innern Theile deſſelben, einen noch merklich ſtärkern Grad der Hitze haben. Woraus denn offenbar iſt, daß ſich alle Körper immer nach und nach ſowohl erkälten als erhitzen; und hierzu allemal deſto mehr Zeit erfordern, je größer ſie ſind, oder je mehr Waſſer ſie haben.

7. Sind die Körper, welche einen verſchiedenen Grad der Witterung haben, aber flüßig, und man vermiſcht ſie mit einander; ſo zeigt ſich bey dieſen in ſo fern ein Unterſcheid, daß man im phyſiſchen Verſtande füglich ſagen kann, der mittlere Grad der Witterung werde bey ihnen in einem Augenblicke erhalten.

8. Wenn wir nun dieſe Veränderung der Witterung in den Körpern nach analytiſchen Geſetzen unterſuchen; ſo wollen wir uns vorſtellen, alle feſten Körper ſeyen aus einer unendlichen Menge von Lagen zuſammen geſetzt, wie z. E. eine Kugel aus lauter hohlen Halbkugeln, die alle in einander ſtecken, und deren Dicke unendlich klein ſey. Ueber dieſes ſeyen die beyden verſchiedenen Grade der Witterung c und C; ſo, daß z. E. der letztere denjenigen Grad derſelben bedeute, welchen der Körper, der entweder erhitzt, oder abgekühlt werden ſoll, mithin deſſen Oberfläche zugleich an ſich hat; c aber ſey der Grad der Witterung entweder der äußern Luft, des Feuers, oder eines andern flüßigen Weſens, welches dieſen ſeinen Grad dem Körper, mithin deſſen äußerſten Lage, zuerſt, mittheilet. Wenn wir nun ſetzen, dieſe beyden Grade c und C werden mit einander vermiſcht, ſo erhalten wir einen mittlern

mittlern Grad der Witterung, den wir $\frac{c+C}{2}$ nennen; und zwar habe die äußerſte Fläche des Körpers denſelben in dem erſten Augenblicke angenommen.

9. Weil nun der Grad der Witterung C allen Theilen des Körpers, mithin der 2ten Lage deſſelben, (von der äußerſten Lage nach inwendig zu gerechnet,) gleichfalls gemein iſt; ſo bekommen wir, wenn wir auf eben die Art wie vorher, zwiſchen c und C, nunmehr zwiſchen $\frac{c+C}{2}$ und C, den mittlern Grad der Witterung ſuchen, $\frac{c+3C}{4}$; zwiſchen dieſen und C abermal den mittlern Grad, welcher vor die 3te Lage $\frac{c+7C}{8}$; vor die 4te $\frac{c+15C}{16}$ u. ſ. f. iſt. Alſo: nach dem 1ſten Augenblicke oder einer unendlich kleinen Zeit

Vor die 1ſte Lage des Körpers	$\frac{a+C}{2}$
— 2te — — —	$\frac{c+3C}{4}$
— 3te — — —	$\frac{c+7C}{8}$
— 4te — — —	$\frac{c+15C}{16}$
— 5te — — —	$\frac{c+31C}{32}$
— 6te — — —	$\frac{c+63C}{64}$
— 7te — — —	$\frac{c+127C}{128}$
— 8te — — —	$\frac{c+255C}{256}$ u. u. f.

Welche

werden. 3) Wenn ein Körper einen andern Grad der Witterung annehmen ſoll, ſo muß auf ſeine Oberfläche ein anderer Grad derſelben würken;

— —

Welche Reihe leicht weiter fortgeſetzt werden kann, wenn man will. Denn der Coefficient vor C iſt allemal die Summe des Coefficienten vor C und des Nenners in dem vorhergehenden Bruche. Die Nenner aber gehen, wie man leicht ſiehet, in einer geometriſchen Reihe fort, deren 1ſtes Glied 2 und der Coefficient ebenfalls 2 iſt. In dieſem Zuſtande der Witterung ſind alle Lagen oder Schichten des Körpers, mithin des ganzen Körpers ſelbſt, nach dem 1ſten Augenblicke. —

10. Will man nun finden, wie dieſelben bey jeglichen Schichten des Körpers, nach dem 2ten Augenblicke ſeyn werden; ſo geſchieht es auf ähnliche Weiſe: nur mit dem Unterſcheide, daß man bey allen Schichten des Körpers denjenigen Grad der Witterung in Betracht zieht, welchen ſie bereits, nach dem 1ſten Augenblicke, ſchon angenommen haben. Den Grad derſelben für die 1ſte Schicht nach den 2ten Augenblicke alſo zu wiſſen, nimmt man zwiſchen c, oder der Witterung des flüßigen Weſens, in welchem ſich der Körper befindet, und $\frac{c+C}{2}$, als dem Grade derſelben, welchen bereits die 1ſte Lage des Körpers angenommen hat, abermal das Mittel, das iſt, man nimmt c und $\frac{c+C}{2}$ halb, und addirt beyde; ſo iſt $\frac{c}{2} + \frac{c+C}{4} = \frac{3c+C}{4}$.

11. Soll für die 2te Schicht der Grad der Witterung, nach eben dem 2ten Augenblicke, beſtimmt werden; ſo iſt klar, daß der nur gefundene Grad $\frac{3c+C}{4}$ nebſt dem Grade der Witterung der 2ten

ken; wodurch denn ein mittlerer Grad der Witterung erhalten wird. Dieſer Grad wird allen Theilen des Körpers gegen die Mitte deſſelben zu, immer

Schicht $\frac{c+3C}{4}$, den ſie nach dem 1ſten Augenblicke angenommen hat, den Grad der Witterung vor die 2te Schicht geben, mithin zwiſchen $\frac{3c+C}{4}$ und $\frac{c+3C}{4}$, das Mittel genommen werden müſſe. Da denn $\frac{3c+C}{8} + \frac{c+3C}{8} = \frac{4c+4C}{8}$ iſt. Auf gleiche Weiſe iſt zwiſchen dieſem und dem Grade der 3ten Schicht $\frac{c+7C}{8}$, das iſt, $\frac{4c+4C}{16} + \frac{c+7C}{16} = \frac{5c+11C}{16}$; für die 4te Schicht $\frac{c+15C}{32} + \frac{5c+11C}{32} = \frac{6c+26C}{32}$: für die 5te $\frac{c+31C}{64} + \frac{6c+26C}{64} = \frac{7c+57C}{64}$; für die 6ſte $\frac{c+63C}{128} + \frac{7c+57C}{128} = \frac{8c+120C}{128}$; u. ſ. f. gefunden.

12. Mithin ſind die verſchiedenen Grade der Witterung jeglicher Schichten des Körpers, nach dem 2ten Augenblicke, wie folget:

Der

immer nach und nach mitgetheilt, obgleich immer ſchwächer; und auf dieſe Weiſe nimmt endlich bey beſtändig anhaltender Würkung dieſer

 äußern

Der 1ſten Lage des Körpers	$\frac{3c+C}{4}$
— 2ten — — —	$\frac{4c+4C}{8}$
— 3ten — — —	$\frac{5c+11C}{16}$
— 4ten — — —	$\frac{6c+26C}{32}$
— 5ten — — —	$\frac{7c+57C}{64}$
— 6ten — — —	$\frac{8c+120C}{128}$
— 7den — — —	$\frac{9c+247C}{256}$
— 8ten — — —	$\frac{10c+502C}{512}$, u. ſ. f.

13. Auf eine ähnliche Weiſe findet man die verſchiedenen Grade der Witterung jeglicher Lagen des Körpers, nach dem 3ten Augenblicke: wenn man zwiſchen c und $\frac{3c+C}{4}$ das Mittel $\frac{7c+C}{8}$ ſucht, und, wie eben vorher, fortfährt; ſo hat man für die Grade der Witterung jeglicher Schichten des Körpers nach dem 3ten Augenblicke:

äußern Witterung, der Körper dieſelbe ganz und gar an. 4) Nehmen die Theile des Körpers ſo wie ſie weiter gegen die Mitte zu liegen, den dem Körper

Der 1ſten Lage des Körpers	$\frac{7c+C}{8}$
— 2ten — — —	$\frac{11c+5C}{16}$
— 3ten — — —	$\frac{16c+16C}{32}$
— 4ten — — —	$\frac{22c+42C}{64}$
— 5ten — — —	$\frac{29c+99C}{128}$
— 6ten — — —	$\frac{37c+219C}{256}$
— 7den — — —	$\frac{46c+466C}{512}$
— 8ten — — —	$\frac{56c+968C}{1024}$

Körper mitgetheilten Grad der Witterung immer langſamer an. Woraus denn 5) erhellet, daß diejenigen Körper, welche die mehreſte Maſſe ha-

14. Auf gleiche Weiſe nach dem 4ten:

Der 1ſten Lage des Körpers	$\frac{15c+C}{16}$
— 2ten — — —	$\frac{26c+6C}{32}$
— 3ten — — —	$\frac{42c+22C}{64}$
— 4ten — — —	$\frac{64c+64C}{129}$
— 5ten — — —	$\frac{93c+163C}{256}$
— 6ten — — —	$\frac{130c+382C}{256}$
— 7den — — —	$\frac{176c+848C}{1024}$
— 8ten — — —	$\frac{232c+1816C}{2048}$ u.ſ.f.

15. Wenn man nun auch für die folgenden Augenblicke die Grade der Wärme aller Theilgen oder Schichten des Körpers eben ſo beſtimmt; ſo bekommt man in folgender Tabelle die unendlichen Reihen für die Veränderung der aus dieſer Vermiſchung entſtehenden Witterung, ſo wohl bey den flüßigen, als feſten Körpern, wie folget:

Tabelle
für die Erhitzung und Erkältung der Körper.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	
1)	$\frac{c+C}{2}$,	$\frac{3c+C}{4}$,	$\frac{7c+C}{8}$,	$\frac{15c+C}{16}$,	$\frac{31c+C}{32}$,	$\frac{63c+C}{64}$,	$\frac{127c+C}{128}$,	$\frac{255c+C}{256}$,	u. ſ. f.
2)	$\frac{c+3C}{4}$,	$\frac{4c+4C}{8}$,	$\frac{11c+5C}{16}$,	$\frac{26c+6C}{32}$,	$\frac{57c+7C}{64}$,	$\frac{120c+8C}{128}$,	$\frac{247c+9C}{256}$,	$\frac{502c+10C}{512}$,	u. ſ. f.
3)	$\frac{c+7C}{8}$,	$\frac{5c+11C}{16}$,	$\frac{16c+16C}{32}$,	$\frac{42c+22C}{64}$,	$\frac{99c+29C}{128}$,	$\frac{219c+37C}{256}$,	$\frac{466c+46C}{512}$,	$\frac{968c+56C}{1024}$,	u. ſ. f.
4)	$\frac{c+15C}{16}$,	$\frac{6c+26C}{32}$,	$\frac{22c+42C}{64}$,	$\frac{64c+64C}{128}$,	$\frac{163c+93C}{256}$,	$\frac{382c+130C}{512}$,	$\frac{848c+176C}{1024}$,	$\frac{1816c+232C}{2048}$,	u. ſ. f.
5)	$\frac{c+31C}{32}$,	$\frac{7c+57C}{64}$,	$\frac{29c+99C}{128}$,	$\frac{93c+163C}{256}$,	$\frac{256c+256C}{512}$,	$\frac{638c+386C}{1024}$,	$\frac{1486c+562C}{2048}$,	$\frac{3302c+794C}{4096}$,	u. ſ. f.
6)	$\frac{c+63C}{64}$,	$\frac{8c+120C}{128}$,	$\frac{37c+219C}{256}$,	$\frac{130c+382C}{512}$,	$\frac{386c+638C}{1024}$,	$\frac{1024c+1024C}{2048}$,	$\frac{2510c+1586C}{4096}$,	$\frac{5812c+2380C}{8192}$,	u. ſ. f.
7)	$\frac{c+127C}{128}$,	$\frac{9c+247C}{256}$,	$\frac{46c+466C}{512}$,	$\frac{176c+848C}{1024}$,	$\frac{562c+1486C}{2048}$,	$\frac{1586c+2510C}{4096}$,	$\frac{4096c+4096C}{8192}$,	$\frac{9908c+6476C}{16384}$,	u. ſ. f.
8)	$\frac{c+255C}{256}$,	$\frac{10c+502C}{512}$,	$\frac{56c+968C}{1024}$,	$\frac{232c+1816C}{2048}$,	$\frac{794c+3302C}{4096}$,	$\frac{2380c+5812C}{8192}$,	$\frac{6476c+9908C}{16384}$,	$\frac{16384c+16384C}{32768}$,	u. ſ. f.
	u. ſ. f.	u. ſ. f.	u. ſ. f.	u. ſ. f.	u. ſ. f.	u. ſ. f.	u. ſ. f.	u. ſ. f.	

ben und am gröſſeſten ſind, hierzu auch die längſte Zeit gebrauchen. Welche Geſetze denn die feſten Körper, ſo wohl wenn ſie erwärmt werden,

16. Aus dieſer Formel erhellen nachfolgende Lehrſätze: unter den römiſchen Ziffern I, II, III, u. ſ. f. befinden ſich die Reihen für die veränderten Grade der Witterung jeglicher Schichten des Körpers, nach jeglichem einzelnen Augenblicke. Aus allen dieſen Reihen aber erhellet überhaupt ſo viel: der dem Körper mitgetheilte Grad der Witterung dringt zwar zu allen Theilen deſſelben immer nach und nach weiter hinein; aber anfänglich, oder in den erſten Augenblicken ſehr ſchwach, und immer ſchwächer, je weiter die Theile von der Oberfläche entfernt ſind. Je länger aber dieſe Mittheilung der äußern Witterung anhält, deſto ſchleuniger nehmen auch die den innern Lagen der Körper mitgetheilten Grade der Witterung zu, die Körper mögen erhitzt werden, oder erkalten.

17. Weil die Kugel derjenige Körper iſt, deſſen Oberfläche unter allen übrigen Körpern die meiſte Maſſe einſchließt, ſo iſt auch klar: daß die Kugel am aller langſamſten erhitzt werde und erkalte. Als im letzt verwichenen Kriege eine Feſtung belagert wurde, und der Feind in der Nacht vorher einige hundert Canonkugeln hatte glüend machen laſſen, um damit den Ort, bey anbrechendem Tage, zu ängſtigen und zu verbrennen; in eben der Nacht aber der Entſatz anlangte, welcher die Belagerer fortjagte, die denn in der Geſchwindigkeit, weil ſie die Kugeln nicht mit ſich nehmen konnten, dieſe in ein in die Erde gemachtes Loch verſcharreten: ſo entdeckte man die Stelle, wo ſie lagen, zween Tage nachher; als jemand von ohngefehr darauf trat, indem ihm die heftige Hitze durch die Schuhe drang.

18. Die der Oberfläche oder erſten Lage des Körpers nach und nach mitgetheilten Grade der Witterung ſind in einer geometriſchen Reihe. Denn, wenn man in der Reihe 1) das erſte Glied $\frac{c+C}{2}$ von $\frac{3c+C}{4}$, die-

als erkalten, durchgehens auf das genaueſte nachkommen. Was aber endlich 6) die flüßigen anlangt, ſo kann man füglich annehmen, daß ſie ſo

ſes von dem 3ten, das dritte von dem 4ten u. ſ. f. abzieht, ſo ſind die Unterſcheide

$$\frac{c-C}{4},\ \frac{c-C}{8},\ \frac{c-C}{16}$$ u. ſ. f.

eine geometriſche Reihe. Mithin machen die Glieder ſelbſt eine eben ſolche Reihe aus. Dieſes Geſetz der veränderten Witterung aber gilt nicht von allen Theilen des Körpers ohne Unterſcheid, wie Iſaac Newton behauptet, ſondern nur von deſſen äußerſten Lage: wie aus der Formel (N. 15.) erhellet.

19. Auf eben die Weiſe ſind auch die allen Theilen des Körpers in dem 1ſten Augenblicke mitgetheilten Grade der Witterung in einer geometriſchen Reihe: wie ſolches aus der Reihe unter I erhellet. Denn, wenn das 1ſte Glied $\frac{c+C}{2}$ von dem 1ten $\frac{c+3C}{4}$, dieſes von den 3ten $\frac{c+7C}{8}$, u. ſ. f. abgezogen wird, ſo ſind die Unterſcheide

$$\frac{-c+C}{4},\ \frac{-c+C}{8},\ \frac{-c+C}{16}$$ u. ſ. f.

Da nun die Unterſcheide eine geometriſche Reihe ausmachen: ſo ſind auch dieſe Glieder ſelbſt in einer ſolchen Reihe, wie die vorerwehnten.

20. Der in dem 1ſten Augenblicke der Oberfläche des Körpers, oder deſſen 1ſten Lage, mitgetheilte Grad der Witterung $\frac{c+C}{2}$, dringt immer nach und nach durch alle Schichten des Körpers bis zu den innerſten Theilen deſſelben. Denn, wo ſich die Reihen I und 1), II und 2), III und 3) u. ſ. f. ſchneiden, daſelbſt finden wir die Grade der mitgetheilten Witterung

$$\frac{4c+4C}{8},\ \frac{16c+16C}{32},\ \frac{32c+32C}{64}$$ u. ſ. f.

Ein jedwe-

ſo wohl in einem Augenblicke mit einander vermiſcht werden, als auch der mittlere Grad der Witterung vor beyde eben ſo geſchwind erhalten wird.

jedwedes dieſer Glieder aber iſt dem 1ſten Gliede $\frac{c+C}{2}$ gleich. Mithin zeigen alle dieſe Glieder eben den Grad der Witterung: und wie derſelbe immer nach und nach zu allen Theilen des Körpers und bis zu den innerſten deſſelben dringt.

21. Wo die Producte aus den Zeiten in die Schichten des Körpers gleich ſind; daſelbſt ſtehen die Grade der Witterung immer gleich weit über oder unter den mittlern Grad $\frac{c+C}{2}$ derſelben. Denn, wenn wir z. E. in der Reihe 3) gegen die Rechte zur Seite, und unter der Reihe VII ſo weit herunter gehen, wo ſich beyde Reihen ſchneiden, ſo treffen wir hier den Grad der Witterung $\frac{466c+46C}{512}$ an; gehen wir aber in der Reihe 6) ſo weit zur Rechten, bis auf die gerade herunter gehende Reihe III, ſo finden wir hier eben die Coefficienten vor den beyden Graden der Witterung c und C, aber umgekehrt: denn die Witterung iſt hier $\frac{46c+466C}{512}$: und der mittlere Grad derſelben $\frac{256c+256C}{512}$ oder $\frac{c+C}{2}$. Die Coefficienten der beyden erſtern Grade ſind in beyden Gliedern 466 und 46; nur umgekehrt, daß nehmlich in jenem Falle der Coefficient 466 vor c, und 46 vor C, ſteht. Weil aber beyde zuſammen, das iſt $466+46 = 512$, als den Nenner des mittlern Grades $\frac{256c+256C}{512}$ ausmachen; ſo iſt auch klar, daß die Vermiſchung jeder beyden Grade

Hieraus laſſen ſich gar beträgtliche und eben ſo ſehr nöthige Verbeſſerungen in der Verferti-

gung

einen ſolchen Grad der Witterung geben müſſe, welcher entweder gleich viel niedriger oder höher iſt, als der mittlere, das iſt, als $\frac{256c+256C}{512}$ oder $\frac{c+C}{2}$.

22. Aus der Reihe 1) erhellet: daß die äußerſte Lage oder Schicht des Körpers, unter allen übrigen Lagen, den Grad der Witterung c des flüßigen Weſens, in welchem ſich der Körper befindet, am allergeſchwindeſten annimmt. Denn alle Brüche oder Glieder in der Tabelle haben die Eigenſchaft: daß die Summe der Coefficienten vor den beyden Graden der Wtterung c und C, dem Nenner gleich iſt. Nun iſt aber der Coefficient für die Witterung des Körpers C in allen Gliedern; mithin der Coefficient vor c allemal dem um 1 verminderten Nenner gleich. Weswegen denn die Oberfläche oder erſte Lage des Körpers den Grad der Witterung, in welchem er ſich befindet, gar geſchwind annimmt; und zwar viel geſchwinder, als alle übrigen Schichten: wie man ſolches leicht einſehen wird, wenn man die Reihen 2), 3), 4), u. ſ. f. nur mit einer mäßigen Aufmerkſamkeit betrachtet.

23. Eben hieraus iſt auch offenbar: daß die äußerſte Lage des Körpers, wie auch alle übrigen Lagen deſſelben, den Grad der Witterung, (obgleich immer nach und nach ſpäter, ſo wie ſie weiter gegen die Mitte des Körpers liegen) annehmen, den das flüßige Weſen hat, in welchem ſich der Körper befindet, und welcher ihm mitgetheilt wird. Ehe dieſes aber geſchiehet, ſo muß der Grad der Witterung von $\frac{c+C}{2}$ an, bis c, erſt alle möglichen Grade der Witterung durchlaufen. Denn, wenn wir uns die Reihe 1) unendlich vorſtellen; ſo iſt das letzte Glied in derſelben (weil der Nenner unendlich groß oder $= \infty$ wird) $\frac{(\infty-1)c+C}{\infty}$. Da nun 1 in Betracht gegen ∞ für

nichts,

gung der Wettergläſer herleiten. Welche kürzlich darinnen beſtehen: daß man die Grade der Witterung zwiſchen dem Eis- und kochenden Waſſerpunkte

nichts, und C in Vergleichung gegen $(\infty - 1)c$, ebenfalls für nichts zu rechnen iſt; ſo fallen beyde, ſowohl 1 als C weg, und alsdenn haben wir $\frac{(\infty - 1)c + C}{\infty} = \frac{\infty c}{\infty} = c$ für den Grad der Witterung des Körpers: welchen er alſo von dem flüßigen Weſen ganz und gar angenommen hat.

24. Daher kann die Oberfläche einer Kugel z. E. längſt im Feuer glüend geworden ſeyn, ohne, daß ſie gegen den Mittelpunkt zu, einmal warm iſt. Nimmt man ſie nun alsdenn wieder aus dem Feuer, und legt ſie in die freye Luft; ſo nimmt ihre Oberfläche nebſt den übrigen Theilen derſelben, immer nach und nach einen größern Grad der kältern Witterung an: kurz, die Kugel erkaltet endlich gar wieder.

25. Wenn wir in der allgemeinen Formel (N. 15.) $C = c$ ſetzen; ſo werden alle Glieder entweder c, oder C. Denn weil die Summe der beyden Coefficienten von c und C allemal dem Nenner des Bruches gleich iſt, ſo wird auch entweder die eine oder andere dieſer beyden Größen in 1 multiplicirt, und leidet daher keine Veränderung. Das heißt: wenn der Grad der Witterung des Körpers demjenigen gleich iſt, den das flüßige Weſen hat, in welchem ſich der Körper befindet; ſo kann er auch keinen andern Grad der Witterung annehmen.

26. Wenn C einen Grad der Witterung bedeutet, welcher wärmer iſt, als c; ſo gilt die Formel (N. 15.) für den Fall der Abkühlung des Körpers; iſt aber umgekehrt der Grad der Witterung c wärmer, für die Erwärmung; iſt endlich c ein gar ſtarker Grad der Wärme oder Hitze, ſo gilt ſie für die Erhitzung.

27. Wenn der eine Theil des Körpers mit einem flüßigen Weſen umgeben iſt, welches einen gewiſſen Grad

punkte auf die Weiſe durch die Erfahrung beſtimmt: indem man die nach Belieben angenommene Zahl der Theile oder Grade der Entfernung

Grad der Witterung hat, der andere Theil des Körpers aber mit einem andern, deſſen Grad der Witterung von dem vorigen verſchieden iſt, der Grad der Witterung des Körpers aber von beyden: ſo nimmt der Körper keinen von dieſen vorhergehenden vollkommen an, ſondern allemal einen mittlern Grad zwiſchen ihnen: weil durch die Vermiſchung zweener allemal ein mittlerer erhalten wird. Eben dieſes gilt auch, wenn mehrere ſolche Grade in die Witterung des Körpers einen Einfluß haben; oder überhaupt mehrere derſelben zuſammen kommen und ſich vereinigen. Wenn man alſo z. E einen Stab Eiſen nur mit dem einen Ende ins Feuer legt; ſo kann der Stab den Grad der Hitze des Feuers niemals gänzlich annehmen: weil der Grad der Witterung des Feuers und der Luft, allemal einen mittlern Grad derſelben geben.

28. Auch gilt eben dieſe Formel (N. 15.) für die Beſtimmung des mittlern Grades der Witterung flüßiger, entweder zweener oder mehrerer Körper; nur mit dem Unterſcheide, daß man in dieſen Fällen annehmen kann, der mittlere Grad $\frac{c+C}{2}$ werde ſo wohl in einem Augenblicke erhalten, als die Körper, mithin auch ihre verſchiedenen Grade der Witterung, in einer eben ſo kurzen Zeit, vollkommen mit einander vermiſcht. Weswegen denn ſo wohl die Reihen II, III, IV, u. ſ. f. als 2), 3), 4) u. ſ. f. wegfallen. Mithin bleibt für die ganze Formel weiter nichts als das erſte Glied $\frac{c+C}{2}$ übrig.

29. Es iſt aber 1) blos practiſch oder phyſiſch zu verſtehen, wenn wir behaupten, die flüßigen Körper vermiſchen ſich in einem Augenblicke oder einer unendlich kleinen Zeit; wie auch 2) in dem wir den Einfluß des Grades der Witterung der äußern Luft nicht in Betracht

nung der beyden erwehnten Punkte von einander, an dem Wetterglaſe anmerkt, nachdem man eine abgewogene Quantität kochenden Waſſers und geſchabten

tracht ziehen, welchen ſie auf die vermiſchten flüßigen Weſen hat; obgleich das Eine ſo wenig als das Andere vollkommen genau ſo iſt, wenn man ſtrenge reden will. Das Gegentheil aber nehmen wir wegen der Anwendung dieſer Theorie an; und wollen damit ſo viel zu verſtehen geben: Bey derſelben muß die Vermiſchung der flüßigen Körper in einer ſo kurzen Zeit geſchehen, als es nur möglich iſt; und eben ſo ſehr muß man auch den Einfluß der Luft auf die vermiſchten Körper zu verhüten ſuchen. Werden daher dieſelben der freyen Luft eine merkliche Zeit ausgeſetzt; ſo gilt die vorhergehende Formel in ihrem ganzen Umfange.

30. Will man ſie aber auf die würkliche Erkältung oder Erhitzung der Körper anwenden; ſo muß man erſt Verſuche anſtellen, binnen welcher Zeit der Körper, wenn er einen gewiſſen Grad der Witterung hat, den Grad der Witterung desienigen flüßigen Weſens annimmt, in welchem er ſich befindet.

31. Wenn aber Verſuche angeſtellet werden ſollen, die Grade der Witterung zu beſtimmen, ſo iſt klar, daß dieſes am allerbeſten durch eine Art von Wettergläſern geſchehen müſſe, welche denen zwar ähnlich ſind, die wir haben, oder auf eine ähnliche Art gemacht werden; nur, daß man noch diejenigen beträgtlichen Fehler daran verbeſſert, denen ſie würklich unterworfen ſind. Denn es iſt gar begreiflich: daß, wenn ein Körper den Grad der Witterung eines andern feſten Körpers angeben ſoll, er von jenem wenigſtens nur zum Theil umgeben werden könne: und es kommt jederzeit der Einfluß der Luft in Betracht, und macht, daß unſere Verſuche lange nicht ſo genau ausfallen können, weil ſie dieſe, wenigſtens zum Theil vereitelt, oder es ſehr ſchwer macht, zuverläßige Verſuche anzugeben, weil es zu mühſam iſt, deu Grad der Witterung des Einfluſſes der Luft auf den feſten Körper, genau zu beſtimmen. Mithin muß unſer Zweck dahin gehen,

ſchabten Eiſes oder Schnees, wovon ſich die erſte Quantität zu der letztern verhält, wie die Entfernung des verlangten Grades von dem Eispunkte, zu deſſen Weite von dem ſiedenden Waſſerpunkte, zuſammen ſchüttet, das Wetterglas hineinſetzt, den Punkt merkt, wie hoch das flüßige Weſen in der Röhre geſtiegen, und neben dieſem die Anzahl der genommenen Theile des ſiedenden Waſſers ſetzt. [II.]

gehen, die Grade der Witterung aus dem Einfluſſe der flüßigen Körper auf das Thermometer, zu ſuchen: und auf dieſe Verſuche alle die übrigen zu reduciren, wenn wir die erwehnten Grade für die feſten Körper beſtimmen wollen.

[II] 1. Nun iſt aber die Frage: was heißt 1) ein gewiſſer Grad der Witterung, und welches iſt 2) der allgemeine Maaßſtab, nach welchem alle dergleichen Grade ausgemeſſen werden. Nach unſerer Formel (I. 15, 21.) iſt hierauf leicht zu antworten. Denn aus derjenigen Reihe derſelben 1), welche anzeigt, wie die Grade der Witterung des Körpers nach und nach verändert werden, erhellet, daß dieſe Veränderung nichts anders, als eine an einander hangende oder beſtändige Vermiſchung zweener ſolcher Grade ſey, deren Verhältniß beſtändig geändert wird: der allgemeine Maaßſtab iſt die Summe der Quantität beyder verſchiedener Grade, und die Anzeige, wie ſich beyde zu dieſer Summe verhalten.

2. Da man aber doch einen gewiſſen Grad der Witterung, oder am allerſicherſten, zween deren, annehmen muß, um die übrigen aus dieſen erklären zu können; und ſich hierzu keine beſſer ſchicken, als der Eispunkt und ſiedende Waſſerpunkt; weil ſie ſowohl die beſtimmteſten, als bekannteſten ſind; ſo erklären wir aus dieſen die zwiſchen ſie fallenden Grade vermittelſt der erwehnten Formel auf die Weiſe und ſagen: der Grad der Witterung auf der Scala (zwiſchen dem Eispunkte und ſiedendem Waſſerpunkte nehmlich,) iſt eine Vermiſchung von ſiedendem Waſſer und Eiſe oder

Schnee,

Schnee, deren erſtere Quantität ſich zu der letztern verhält, wie die Entfernung des Grades von dem Eispunkte zu der Entfernung deſſelben von dem ſiedenden Waſſerpunkte.

3. Denn, wenn wir z. E. eine nach dem Gewichte beſtimmte gleich große Quantität ſiedendes Waſſer und geſchabtes Eis oder Schnee mit einander vermiſchen, ſo wird niemand zweifeln, daß die Vermiſchung den temperirten Grad der Witterung habe, oder weder kalt noch warm zu nennen ſey: weil keine Urſache vorhanden iſt, weswegen man vielmehr das Eine als Andere behaupten ſollte. Iſt alſo in der erwehnten Formel c die Quantität des ſiedenden Waſſers, und C eine gleich große Quantität Schnee oder geſchabtes Eis; ſo iſt $\frac{c+C}{2}$ die Formel, wie der Grad der temperirten Witterung gefunden wird, und die Regel: man theilt die Scala in zween gleiche Theile, ſo iſt der gefundene Theilungspunkt der verlangte temperirte. Eben ſo leicht iſt auch einzuſehen, wie zwiſchen dem temperirten und heißen Waſſerpunkte abermal der mittlere Punkt durch ein ähnliches Verfahren auf der Scala gefunden werden müſſe. Denn man darf nur zwiſchen dem gefundenen $\frac{c+C}{2}$ und C abermal wie vorher, die mittlere Proportionalgröße ſuchen, indem man beyde addirt und die Summa halbirt; da denn $\frac{c+C}{4} + \frac{c}{2} = \frac{c+C}{4} + \frac{2c}{4} = \frac{3c+C}{4}$. Mithin hat man den Punkt auf der Scala gefunden, welcher $\frac{3}{4}$ derſelben von dem heiſſen Waſſerpunkte liegt; in dem man drey Theile ſiedend Waſſer, und einen Theil Schnee miteinander vermiſcht hat. Wollte man zwiſchen dieſem und dem gedachten Punkte abermal den mittlern oder $\frac{7}{8}$ auf der Scala ſuchen, ſo würde die Formel $\frac{7c+C}{8}$ kommen: und dieſes ſo beſtändig fort, als es aus der Formel erhellet.

4. Auf

4. Auf eben die Art würde der mittlere Grad zwiſchen dem temperirten $\frac{c+C}{2}$ und Eispunkte C gefunden $\frac{c+3C}{4}$; zwiſchen dieſem und dem Eispunkte abermal $\frac{c+7C}{8}$, u. ſ. f. woraus denn offenbar iſt, daß nur die Buchſtaben verwechſelt werden dürfen: da denn übrigens die ſich dem Eispunkte immer nähernde Reihe der Grade, von dem temperirten Punkte an gerechnet, auf eben die Weiſe fortgeht.

5. Aus welchem allen denn endlich erhellet: das ſich der Grad auf dem Thermometer, das iſt, die Entfernung zwiſchen ihm und dem Eispunkte, zu der Scala verhält, wie die Quantität des ſiedenden Waſſers zu der Summe des ſiedenden und kalten Waſſers. Wir wollen demnach ſetzen, die Anzahl der Theile oder Grade, in welche es einem beliebt, die Scala einzutheilen, ſey s; der Grad auf dieſer Scala, (von dem Eispunkte an gerechnet,) g; die Quantität des kalten Waſſers in der Vermiſchung, k, und die Quantität des warmen, w: mithin iſt, vermöge des vorhergehenden $s : g = k + w : w$. Aus welcher Proportion folgende Formeln erhalten werden:

1) $\frac{g(k+w)}{w} = s$,

2) $\frac{sw}{k+w} = g$,

3) $\frac{(s-g)w}{g} = k$,

4) $\frac{gk}{s-g} = w$.

Exem-

Exempels.

1) Man hat zwo Quantitäten, ſiedendes Waſſer und Schnee, zuſammen gemiſcht, deren Gewichte ſich wie 3 und 4 verhalten; dieſe Vermiſchung aber hat auf dem Thermometer den 57ſten Grad angegeben. Man will wiſſen, wie viel Theile die Scala gehabt habe? Weil nun $g = 57$, $w = 3$, und $k = 4$; ſo iſt $\frac{g(k+w)}{w} = \frac{57(4+3)}{3} = \frac{57.7}{3} = 19.7 = 133$. Mithin hat s oder die Scala 133 Theile gehabt; der temperirte Punkt deren $66\frac{1}{2}$; und das Thermometer $66\frac{1}{2} - 57 = 9\frac{1}{2}$ Grad unter dieſem Punkte geſtanden.

2) Die Scala auf dem Thermometer iſt in 1000 Theile getheilt; die Vermiſchung des heißen Waſſers mit dem Schnee iſt wie 19 zu 6 geweſen. Man verlangt zu wiſſen, was dieſes für ein Grad auf dem Thermometer ſey. So iſt $s = 1000$, $w = 19$, und $k = 6$. Folglich $\frac{sw}{k+w} = \frac{1000.19}{6+19} = \frac{1000.19}{25} = 40.19 = 760$. Folglich hat das Thermometer den 760ſten Grad gezeigt; der temperirte Punkt iſt der 500ſte und der Grad iſt $760 - 500 = 260$ Grade über dieſem geweſen.

3) Die Scala auf dem Thermometer hat 363 Grade; man hat eine Quantität von 3 lb. ſiedendem Waſſer abgewogen; und will wiſſen, wie viel man noch Schnee hinzu ſchütten müſſe, damit durch dieſe Vermiſchung ein Grad der Witterung erhalten werde, welcher, nach dieſem Thermometer der 80ſte iſt. Folglich iſt $s = 363$, $g = 80$, und $w = 43$ Loth. Alſo $\frac{(s-w)w}{g} = \frac{(363-43)43}{80} = \frac{320.43}{80} = 4.43 = 172$ Loth Schnee, oder am Gewichte viermal ſo viel, welche noch in das ſiedende Waſſer geſchüttet werden müſſen, wenn man den 80ſten Grad erhalten will, wel-

 cher

cher noch unter dem temperirten oder $181\frac{1}{2}$ſten, $181\frac{1}{2} - 80 = 101\frac{1}{2}$ Grad iſt.

4) Wenn die Scala des Thermometers in 512 Grade getheilt iſt, und man verlangt, daß daſſelbe den 128ſten Grad angeben ſoll; ſo will man wiſſen, wie viel kochend Waſſer unter 6 lb. Schnee geſchüttet werden müſſe, den gedachten Grad anzuzeigen. So iſt $g = 128$, $k = 6$ lb., und $s = 512$. Folglich $\frac{gk}{s-g} = \frac{128.6}{512-128} = \frac{128.6}{384} = \frac{128}{64} = 2$ lb. welche noch hinzu gegoſſen werden müſſen, damit der Grad unter dem temperirten oder 256ſten, ebenfalls 128 Grade ſtehe.

6. Wenn man nun ein Thermometer machen will, ſo iſt das vornehmſte, die beiden Punkte, zwiſchen welchen die Scala enthalten iſt, auf das möglichſt genaueſte zu beſtimmen. Welches denn geſchieht, wenn man beyde mehrere male durch die Erfahrung findet, ſie jedes mal miſſet, wie weit ſie von einem nach Willkühr auf dem Thermometer angenommenem Punkte ſind; alle dieſe Maaße zuſammen addirt, die Summe durch die Anzahl dieſer Operationen dividirt, und das auf dieſe Weiſe beſtimmte Mittel für den verlangten Punkt annimmt.

7. Nachdem man nun im Stande iſt, alle diejenigen Grade der Witterung, durch das Vermiſchen des ſiedenden Waſſers mit dem Schnee, zu beſtimmen, welche nur zwiſchen den Eispunkt und ſiedenden Waſſerpunkt fallen, und die Scala nach Belieben eingetheilt hat: ſo nimmt man ein ziemlich kugelförmiges Gefäß mit einer nicht gar weiten Oefnung, jenes, damit die Luft einen ſo geringen Einfluß in die Veränderung des Grades der Witterung des in dem Gefäße befindlichen flüßigen Weſens habe, als möglich iſt; dieſes aber, damit es weder ausdunſte, noch die Luft hinzu ſtoße. Zu welchem Ende man es denn mit einem Deckel von dickem Leder verwahren kann, welcher in der Mitte ein

Loch,

Loch, von der Weite hat, daß die Thermometerröhre hinein paßt, ohne daß zwiſchen ihr und dem Leder Luft durchgehen kann. Nachdem nun das Inſtrument ſo lange in dem Waſſer geſtanden, daß es den Grad der Witterung von demſelben völlig angenommen hat; ſo nimmt man es heraus, und bemerkt an demſelben entweder den Grad, wie gewöhnlich, oder nimmt die Höhe des flüßigen Weſens mit dem Cirkel ab, mißt ſie nach einem Maaßſtabe; und ſchreibt die gemeſſene Höhe in Zahlen auf. Da man denn am beſten verfährt, wenn man immer nach und nach die mittlere ſucht; weil man auf dieſe Weiſe das Geſetz des Fallens und Steigens des flüßigen Weſens beſſer entdecken kann.

8. Iſt die Röhre oben offen, ſo müſſen alle Grade, wenn man die Scala der Veränderungen in gleiche Theile getheilt hat, und die Röhre allenthalben gleich weit iſt, genau mit der Höhe, welche aus der Formel, und Vermiſchung des Schnees und ſiedenden Waſſers erhellet, übereinkommen, das iſt, wenn man z. E. gleich viel von beyden mit einander vermiſcht und das Inſtrument hinein geſetzt hat; ſo muß das flüßige Weſen genau bis in die Mitte der Scala ſteigen. Geſchieht dieſes nicht, ſo iſt es ein Zeichen, daß entweder die Röhre nicht allenthalben gleich weit iſt, der Eis- und ſiedende Waſſerpunkt, oder auch beyde nicht genau genug gefunden ſind, oder auch das Inſtrument alle dieſe Fehler zugleich hat. Man darf nicht etwan denken, daß, weil bey dem Zunehmen der Höhe des flüßigen Weſens in der Röhre, die Schwere deſſelben vermehrt würde, weswegen es denn nicht ſo hoch ſteigen könne, als es ohne dieſelbe geſchehen würde. Denn eben dieſe Schwere iſt ſchon bey der Beſtimmung des ſiedenden Waſſerpunktes Urſache geweſen, daß dieſer Punkt ſchon zu niedrig angegeben iſt. Weil ſich nun die Schwere eines jedweden Cylinders des flüßigen Weſens in der Röhre, wie deſſen Höhe verhält, weil die Grundfläche derſelben einerley bleibt; ſo werden auch alle dieſe Punkte vor die Grade in eben der Verhältniß vermindert; weswegen ſie denn alle gleich seyn müſſen, das iſt, die Entfernung eines jedweden Grades

von dem Eispunkte muß ſich zu der Scala verhalten, wie die Quantität des ſiedenden Waſſers in der Vermiſchung, zu dem ganzen Klumpen der beyden vermiſchten flüßigen Weſen.

9. Eine ganz andere Bewandtniß hat es mit denen Wettergläſern, über deren flüßigen Weſen in der Röhre eingeſchloſſene Luft iſt. Denn da dieſelbe bald eine ausdehnende, bald eine zuſammenziehende Kraft hat, nachdem ſie nehmlich bald in einen engern, bald weitern Raum gebracht iſt, als welchen ſie natürlicher Weiſe einnimmt; ſo kann man auch leicht erachten, daß ſie in das Steigen und Fallen des flüßigen Weſens einen ungemeinen Einfluß haben müſſe. Denn wird ſie in einen engern Raum zuſammen gedrückt, ſo iſt ihre ausdehnende Kraft Urſach, daß das flüßige Weſen nicht ſo hoch ſteigen kann, als es ſonſt ſteigen würde, wenn es keinen Widerſtand von ihr litte; wird ſie aber durch das Fallen deſſelben über ihren natürlichen in einen größern ausgedehnt, ſo äußert ſie ihre zuſammenziehende Kraft, und hebt das flüßige Weſen in die Höhe, oder hält es auf, daß es nicht ſo weit herunter ſinken kann, als es ſonſt nothwendig geſchehen müßte, wenn keine eingeſchloſſene Luft gegenwärtig wäre.

10. Nichts deſto weniger iſt man durch das eben angegebene Verfahren nicht nur im Stande, die Grade auf einen jedweden Thermometer dergeſtalt zu beſtimmen, daß ſie bey einer jedweden Veränderung der Witterung genau angegeben werden müſſen; ſondern man kann auch ſogar die Größe des Einfluſſes beſtimmen, welche die über dem flüßigen Weſen eingeſchloſſene Luft in die richtige Anzeige der Grade hat, und um wie viel ſie durch dieſe erwehnte Luft irrig angegeben werden. Da denn offenbar iſt: daß, wenn das Thermometer z. E. den temperirten Punkt zeigt, und alsdenn die eingeſchloſſene Luft in ihrem natürlichen Zuſtande iſt, alle Grade der Witterung, wenn ſie unter dem temperirten ſind, zu hoch, oder welches gleich viel iſt, zu warm, die aber über dieſem Punkte zu niedrig oder zu kalt angegeben werden müſſen. Iſt aber die eingeſchloſſene Luft alsdenn in ihrem natürlichen Zuſtande,

wenn das Thermometer unter dem temperirten Punkte ſteht, und dieſer Punkt iſt daher richtig angezeigt; ſo ſind die niedrigern oder kältern Grade weniger falſch, wie die höhern; und ſo umgekehrt ſind auch die höhern oder wärmern allemal weniger irrig, als die niedrigern oder kältern. Hiervon iſt die Urſache leicht einzuſehen: weil nehmlich die eingeſchloſſene Luft nicht ſo weit ausgedehnt werden kann, indem das flüßige Weſen nicht Raum genug hat, herunter zu ſteigen; weswegen denn die zuſammenziehende elaſtiſche Kraft der Luft nicht ſo ſtark wird, als es geſchehen würde, wenn ſie weiter ausgedehnt werden müßte. Iſt es aber umgekehrt, und dieſe Luft iſt alsdenn in ihrem natürlichen Zuſtande, wenn das Thermometer über dem temperirten Punkte ſteht; ſo müſſen die höhern oder wärmern Grade weniger falſch ſeyn, als die kältern: weil nehmlich die Luft durch das Steigen des flüßigen Weſens, nicht ſo ſehr zuſammen gedruckt werden, mithin demſelben nicht ſo ſtark widerſtehen kann. Je näher alſo z. E. das Thermometer dem Eispunkte ſteht, wenn die eingeſchloſſene Luft in ihrem natürlichen Zuſtande iſt, deſto weniger werden die niedrigern oder kältern, deſto mehr aber die übrigen Grade, und zwar immer mehr, je näher gegen den ſiedenden Waſſerpunkt zu, irrig angedeutet. Eben ſo iſt es auch umgekehrt: ſteht das Thermometer nahe an dem ſiedenden Waſſerpunkte, wenn die gedehnte Luft weder mehr zuſammen gepreßt, noch weiter ausgedehnt iſt, als die äußere; ſo ſind die höhern oder wärmern Grade am wenigſten falſch; deſto mehr aber die kältern, welche immer mehr irrig werden, je näher man dem Eispunkte kommt.

11. Hieraus werden, wie ich hoffe, die Urſachen ziemlich deutlich erhellen, weswegen man noch immer ſo viele Fehler an den Wettergläſern bemerkt, und daß ſie nehmlich ſo wenig mit einander übereinkommen, ob ſie gleich noch ſo ſorgfältig nach einerley Verfahren, wie man geglaubt hat, gemacht worden ſind. Denn ſo vielen Fleiß man auf ſie verwendet, ſo iſt es faſt nicht möglich, zu verhindern, daß über dem flüßigen Weſen in der Röhre Luft bleibt. Nachdem nun dieſe

mehr oder weniger beträgt, nachdem bemerkt man auch an dem Inſtrumente ganz andere Geſetze vor das Steigen und Fallen des flüßigen Weſens in der Röhre, wenn es mit einem andern Inſtrumente verglichen wird.

12. Da alſo dieſe Luft ſo viel Unheil verurſacht, und es nicht wohl möglich iſt, ſie zu vermeiden, wenn wir die Röhren oben verſchließen; ſo iſt kein beſſer Mittel, als ſie offen zu laſſen: weil aber alsdenn der Weingeiſt verfliegt; ſo wollte ich lieber rathen, alle Wettergläſer mit Queckſilber zu füllen, weil daſſelbe dergleichen Abgang nicht leidet.

13. Da nun die eingeſchloſſene Luft den Gebrauch der Wettergläſer ſo ungewiß macht, ſo muß ich noch einen Verſuch angeben, durch welchen die Verhältniß der zuſammenziehenden Kraft derſelben beſtimmt werden kann: weil ich dieſes Verfahren für genauer achte, als das, welches der Herr Verfaſſer (LXXXVIII. 6.) angegeben, und mit ſeiner ſcharfſinnigen Theorie verglichen hat. Es beſteht darinnen. Man nimmt eine Glasröhre, wägt ſie an einer Waage; füllt ſie alsdenn mit Queckſilber, und wägt ſie zum zweyten male: da denn der Unterſcheid nicht nur das Gewicht des Queckſilbers, ſondern auch deſſen Größe, mithin die Höhlung der Röhre zugleich, aus hydroſtatiſchen Gründen, leicht giebt. Hierauf läßt man einen Theil des Queckſilbers heraus laufen, ſo, daß die Röhre oben über derſelben zum Theil leer iſt. Verſtopf alsdenn die untere Oefnung wohl; hängt die Röhre abermal ſenkrecht an die Waage und wägt ſie. Verſtopft darauf die obere Oefnung, und öfnet die untere: ſo tritt das Queckſilber weiter herunter, und es fällt ein Theil deſſelben heraus. Nunmehr wird die Röhre mit dem in derſelben zurück gebliebenen Queckſilber abermal gewogen, und ihr Gewicht von dem vorigen abgezogen; ſo iſt der Unterſcheid des Gewichts des herausgefallenen Queckſilbers: mithin kann man auch deſſen Raum ebenfalls nach hydroſtatiſchen Gründen beſtimmen. Weiß man aber den erſtern und letztern mit Luft gefüllten Raum in der Röhre; ſo hat man auch gefunden, um wie viel ſich

eine gewiſſe Quantität Luft ausdehnt, wenn ſie von einer durch die Schwere des Queckſilbers beſtimmten Kraft weiter ausgebreitet oder aus einander gezogen wird. Je öfter man die Quantität der Luft über dem Queckſilber in der Röhre ändert, den ausgedehnten Theil der Luft beſtimmt, dieſen Theil des Verſuchs wiederholt, und aus den Bemühungen ein Mittel zieht; deſto genauer wird man auch die zuſammenziehende Kraft der Luft finden. — Damit man aber die Röhre genau und bequem ſenkrecht hängen kann, ſo macht man ſie gegen das obere Ende über einem Kohlfeuer ein wenig heiß, beſtreicht ſie mit Siegelwachſe und klebt an den Seiten einen Faden mit ſeinen beyden Enden, bey welchem man ſie aufhängt. Auf die obere Oefnung darf man nur ein Bisgen Pfropf mit Blashaut überzogen, legen; weil es von der innern Luft, wenn ſie ausgedehnt iſt, ſchon ſtark genug befeſtigt wird, daß keine äußere Luft hinein dringen kann. Die untere aber kann mit eben einem ſolchen Deckel bedeckt, mit einem queer übergezogenen und wie eben gemeldet, an beyden Seiten mit Siegelwachſe angeklebtem Bändgen, befeſtigt werden.

14. Endlich muß ich noch eines Inſtrumens Erwehnung thun, welches ſowohl als ein Thermometer als Pyrometer gebraucht werden kann, und von unſerm Univerſitätsmechanico, Herrn Reinthaler allhier in Leipzig, ſehr gut gemacht wird. Es beſteht aus einer an einer hölzernen Tafel befeſtigten Stange von vier oder mehrern Fußen, welche aus einem jedweden Metalle ohne Unterſcheid ſeyn kann. Ueber dieſer Stange befindet ſich der Zeiger etwan von einem Fuß, welcher ſehr nahe an dem obern Ende der eben erwehnten Stange dergeſtalt an einem Stifte in der Tafel befeſtigt iſt, daß er ſich um denſelben drehen kann, und auf dem obern Ende der Stange ruhet: der Zeiger aber iſt mit einem in ſeine Grade getheilten Bogen verſehen. So wie nun der Stab von der Wärme ausgedehnt und länger wird, ſo hebt er den Zeiger, bewegt ihn um ſeinen Stift, zeigt die höhern Grade der Wärme, und ſo auch umgekehrt, wenn ihn die Kälte zuſammen zieht, die Grade

derſelben. Es könnten aber noch einige Verbeſſerungen mit dieſem Inſtrumente von der Art vorgenommen werden, daß es die Vermiſchung der Wärme und Kälte einförmiger zeigen müßte, als es bey dieſer Einrichtung geſchehen kann. Weil es aber ungemein empfindlich iſt, und dabey durchgehens aus Metalle beſteht, auch nach Belieben größer gemacht werden kann, wodurch ſeine Empfindlichkeit immer vermehrt wird, wenn anders die Stange unten nur wohl befeſtigt iſt, daß ſie nicht ausweichen kann, wenn ſie ſich dehnt; ſo ſieht man auch leicht ein, daß es von einem gar weitläufigen Gebrauche ſeyn könne.

Die ſiebende Vorleſung.

Theorie vom Winde und Schalle.

Inhalt.

Von dem Winde überhaupt.

Halleys Theorie vom Winde.

Von den beſtändigen Winden unter dem Aequator.

Von denen Winden, die nur zu beſtimmten Zeiten wehen.

Urſachen von der Veränderung der Winde.

Von der Luft-Ebbe und Fluth.

Geſchwindigkeit des Windes.

Deſſen Kraft.

Wie ſie berechnet und auf die Windmühlen angewendet wird.

Beſte Geſtalt der Windflügel.

Berechnung der Kraft des durch Blaſebälge erzeugten Windes.

Eine neue Erfindung von Waſſerblaſebälgen.

Von den Eigenſchaften des Schalles überhaupt.

Empfindung deſſelben.

Beſchreibung des Gehörs.

Von der wellenförmigen Bewegung der Luft.

Erklärung ihrer verſchiedenen Eigenſchaften.

Erklärung der newtonſchen Theorie von der ſchwingenden Bewegung ſchallender Körper.

Erklärung der Waſſerwellen.

Geſchwindigkeit des Schalles.

Wie weit er gehört werden kann.

Von dem Wiederſchalle.

Beſten Art der Sprachrohre.

Von dem Tone des Schalles.
Von Conſonanzen und Diſſonanzen.
Erklärung der muſicaliſchen Scale.
Mathematiſche Theorie von den muſicalſchen Saiteninſtrumenten und harmoniſchen Proportion.
Von dem Anſprechen der muſicalſchen Saiten, und anderer Körper, wenn es durch einen ähnlichen Schall verurſachet wird.

In dieſer Vorleſung werde ich von der Natur des **Windes** und **Schalles** überhaupt handeln; wie auch von dem Schwingen der muſicalſchen Saiten und anderer Körper, welche zu der Muſic gehören, in ſo fern dieſe eine **Wiſſenſchaft** iſt.

Der **Wind** iſt nichts anders als ein **Strom der Luft**: Denn weil die Luft ein flüßiges Weſen iſt, ſo bleibt ſie natürlicher Weiſe in Ruhe, oder bemüht ſich, dieſe durch das allgemeine Gleichgewicht aller ihrer Theile wieder zu erlangen, wenn es durch irgend eine Urſache, in dieſem oder jenem Theile der Luftkugel, unterbrochen iſt; woraus denn natürlicher Weiſe eine Bewegung der nächſten Luft zu dieſem Theile erfolgen muß, das erwehnte Gleichgewicht wieder herzuſtellen; und eben dieſe Bewegung iſt dasjenige, was wir den **Wind** nennen. [XCVI.]

Daher

[XCVI.] 1. Hier werde ich die vornehmſten Eigenſchaften des Windes, aus der unvergleichlichen Abhandlung des Herrn Halley, die er uns in den philoſophiſchen Transactionen geliefert hat, beybringen, und ſie mit einer zu eben dieſem Ende gezeichneten Charte von der Welt, erläutern.

Tab. XXXI. 2. Die erſte von dieſen Eigenſchaften iſt, daß in dem ſtillen, oder weſtlichen Weltmeere, das ganze Jahr hindurch, ein beſtändiger Oſtwind, und zwar, ohne ſich merklich anders zu ſetzen, wehet; nur daß er ſich einige

wenige

Daher ſehen wir, daß der Wind, in Betracht desjenigen Orts nehmlich, wo das Gleichgewicht gehoben iſt, aus einer jedweden Gegend, welche nur auf dem Compaſſe verzeichnet iſt, zu gleicher Zeit kommen kann; da denn die, welche demſelben gegen Norden wohnen, einen **Nordwind** haben, die an der Südſeite aber einen **Südwind**; und eben ſo auch in allen übrigen Gegenden.

wenige Grade nach dem Compaſſe entweder mehr gegen Norden oder Süden, drehet, nachdem man die Lage des Orts anders annimmt. Die Urſache hiervon iſt, weil die Gegenden unter dem Aequator mehr erhitzt und mithin zugleich ſtärker verdünnet werden, als andere der erwehnten.

3. Die andere beſteht darinnen, daß ſich an beyden Seiten des Aequators, etwan auf 27 bis 30 Grade der Wind immer mehr und mehr von Oſten gegen Nordoſt an der einen, und Südoſt an der andern, wendet; welches von den beyden widrigen Bewegungen der Luft herrührt, und dieſe abermal von der Hitze und Kälte, wie wir ſolches im Vorhergehenden erklärt haben. In dem atlantiſchen und ſtillen Weltmeere iſt der Strich dieſer Winde durch die verſchiedene Stellung der Pfeile angedeutet.

4. Gegen die caribeiſchen Inſeln, nicht weit von den Küſten von America, an dem atlantiſchen Weltmeere, kommt der vorerwehnte Nordoſtwind noch mehr aus Oſten, ſo, daß er zuweilen ganz und gar Oſt, zuweilen auch Oſt gen Süd iſt; doch meiſtentheils von Oſten gegen Norden etwan einen oder zween Grade nach dem Compaſſe, und ſelten mehr abweicht. Auf gleiche Weiſe hat man bemerkt, daß die Stärke dieſer Winde immer nach und nach abnimmt, ſo wie man weiter gegen Weſten ſegelt.

5. An den ganzen Küſten der weſtlichen Seite von Africa herunter, ſtreicht der Wind gegen das feſte Land, aus verſchiedenen Gegenden des Compaſſes, und kommt zuweilen Nordweſt, Weſt, Süd gen Weſt, Südweſt, und mehrentheils aus Süden, beſonders gegen das

Vorge-

den. Die aber, welche an eben dem Orte ſind, wo eben dieſe Winde zuſammen kommen, und mit einander vermengt werden, haben eine ſehr unruhige Witterung, beſtändiges Ungewitter, und Würbelwinde, welche mit Regen, Sturm, Blitz, Donner u. ſ. f. verbunden iſt. Denn es kommen daſelbſt ſchweflichte Ausdünſtungen von der Südſeite, mit Salpeter vermiſchte Regengüße

Vorgebürge der guten Hoffnung; wie man ſolches alles aus der Charte leicht bemerken wird.

6. In dem atlantiſchen Weltmeere an der nordlichen Breite zwiſchen 4 und 10 Grade, und 20 und 30 weſtlicher Länge, iſt ein Strich der See, wo man eigentlich nicht einmal ſagen kann, daß die Winde beſtändig oder veränderlich wären: denn in dieſer Gegend herrſcht eine beſtändige mit Donner, Blitze und Regen verbundene Windſtille; weswegen denn dieſe Strecke der See von unſern Schiffern die Regenſee, von andern Seefahrern aber die Ungewitter- oder Donnerſee genennet wird, und mit welcher Benennung ſie denn auch auf vielen unſerer Seecharten belegt iſt. Hiervon ſcheint die Urſache zu ſeyn, weil dieſer Ort vielleicht derjenige iſt, wo die Oſt- und Weſtwinde ihren Anfang nehmen, und hier die Luft gleichſam getheilt und zwiſchen beyden in einer Art vom Gleichgewichte iſt. Mithin wird ſie hier mehr verdünnet, als in andern Gegenden, und iſt eben daher zu leicht, diejenigen Dünſte zu ertragen, welche in derſelben aufſteigen; weswegen ſie denn in einem beſtändigen Regen herunter fallen. Dieſe Zertheilung der Luft iſt auf der Charte vorgeſtellt.

7. Auf der indiſchen See ſind die Winde zum Theil eben ſo unveränderlich und allgemein, wie in der atlandiſchen und öthiopiſchen Seen, theils eben ſo abwechſelnd, das iſt, ſie kommen das eine halbe Jahr aus der einen Strecke, das andere aber beynahe aus der genau entgegen geſetzten: und dieſe Punkte und Zeiten der Veränderung ſind in verſchiedenen Gegenden dieſes Weltmeeres ebenfalls verſchieden oder veränderlich.

gengüße von der Nordſeite, und von allen Seiten wäſſerige Dünſte zuſammen, welche mit einander ganz verworren vermiſcht werden; da denn gemeiniglich die vorerwehnten Witterungen erfolgen.

Viele von dieſen ſind die beſondern Urſachen, von welchen der Wind herrührt, weil dadurch das Gleichgewicht der Atmoſphäre aufgehoben wird; die

derlich. Dieſes ſind diejenigen Winde, welche unſere Seeleute gemeiniglich Monſons oder Monſoons zu nennen pflegen.

8. Zwiſchen 10 und 30 Grad von Medagaſcar nach Neuholland, kommt der Wind, das ganze Jahr hindurch, ohngefehr Südoſt gen Oſt, auf eben die Art, und aus gleicher Urſache, als in den übrigen vorerwehnten Seen.

9. In den Monathen May, Juni, Juli, Auguſt, September und October, kommt der erwehnte Südweſtwind um zween Grade dem Aequator näher; die übrigen ſechs Monathe aber, weht er genau aus der entgegen geſetzten Gegend, von Nordweſt, und zwar aus einer Breite von 3 bis 10 Graden ſüdwerts.

10. Ohngefehr 3 Grad ſüder Breite über die ganze arabiſche und indiſche See, wie auch den Meerbuſen Bengala von Sumatra bis zu den Küſten von Africa, weht ein anderer Wind von dieſer Art, vom October bis in den April aus der Nordoſtgegend; in dem andern halben Jahre vom April bis in den October von der entgegen geſetzten Strecke ſüdweſt und weſtſüdweſt, und dieſer mit mehrerer Stärke, iſt auch mit trüben Regenwolken verbunden, dahingegen der Nordoſtwind immer mit klarer und trockener Witterung.

11. Die See zwiſchen Madagaſcar und Africa, nach der Südſeite gegen den Aequator nehmlich zu, iſt eben dieſer Veränderung des Windes unterworfen, deſſen Strecke vom April bis zum October ſüdſüdweſt, ſo wie man aber weiter vorwerts kommt, immer mehr und mehr weſtlich wird, bis er endlich wieder aus Weſtſüdweſt wehet: von welchem Winde wir ſchon in den eben vorhergehenden Artikeln

die meiſtentheils allgemeinen Urſachen aber ſind vornehmlich zwo, das iſt, die Hitze, welche die Luft verdünnet, und macht, daß ſie in einigen Gegenden leichter wird, als in andern; ferner die Kälte, welche ſie verdickt und ſchwerer macht. Daher kommt es, daß, weil die Luft in allen Gegenden des heißen Erdſtriches, durch eine größere Menge von Sonnenſtrahlen mehr ver-

dünnet

tikeln geredet haben. Was aber für Winde in dem andern halben Jahre wehen, hat Herr Halley nicht eigentlich erfahren können; nur, daß ſie aus den öſtlichen Gegenden kommen, und zwar bald etwas gegen Süden, bald gegen Norden von der erwehnten Gegend abgewichen ſind.

12. Was die öſtliche Gegend von Sumatra und Malacca, an der Nordſeite des Aequators, an den Küſten von Camboya und China anlangt, ſo drehen ſich hier die Winde, und ſetzen ſich auf eben die Weiſe um, wie wir vorher erinnert haben: nur, daß ſie mehr nordwerts und ſüdwerts kommen, wie die andern; wie man ſolches auf der Charte leicht bemerken wird. Dieſe Winde erſtrecken ſich bis zu den philippinſchen Inſeln gegen Oſten und bis Japan gegen Norden; und kommen nicht ſo genau immer aus eben der Gegend, wie die übrigen vorerwehnten.

13. Zwiſchen eben den Mittagskreiſen an der ſüdlichen Seite des Aequators, von Sumatra nach Neu Guinea oſtwerts, beobachtet man eben die abwechſelnden Nord- und Südwinde; nur daß jene hier mehr aus Norden kommen, dieſe aber weiter aus Südweſt. Uebrigens ſind ſie nicht beſtändiger, als die übrigen; außer dieſem halten ſie auch nicht genau ihre Zeit, ſondern kommen einen Monath oder ſechs Wochen ſpäter.

14. Das Umſetzen dieſer widrigen Winde aber, oder welche nur zu gewiſſen Zeiten wehen, geſchiehet nicht auf einerley Art; ſondern man bemerkt in einigen Gegenden, daß die Zeit, wenn ſie ſich umſetzen, mit einer Windſtille verbunden iſt; in andern aber mit veränderlichen Winden, beſonders die in der Gegend von

China,

dünnet wird, ſie auch viel leichter iſt, als in andern Theilen der Atmoſphäre, am meiſten aber an denen Oertern, welche unter dem Aequator liegen. Weil um dieſe Gegenden unter dem Aequator, welche der Sonne am nächſten liegen, auch am meiſten verdünnet werden; und, wegen der täglichen Umdrehung der Erde gegen Oſten, immer weiter gegen Weſten zu liegen kommen;

ſo

China, welche, wenn ſie aufhören, aus Weſten zu kommen, gemeiniglich mit Sturme verbunden ſind; und zwar mit einem ſo heftigen, daß man ſie von eben der Art erachtet, wie die Orcane in Weſtindien: weswegen denn daſelbſt die Schiffahrt um dieſe Jahrszeit ſehr gefährlich iſt. Dieſe Art von Sturmwinden nennen die Seefahrer das Aufbrechen der Monſoons.

15. Die Urſache der Monſoons aber, oder derjenigen Winde, welche nur zu gewiſſen Zeiten wehen, rührt von dem Laufe der Sonne her, welche ſich wehrend der einen Hälfte des Jahrs an der nordlichen Seite des Aequators bewegt, in dem andern aber an der ſüdlichen. Wehrend dem nun, da ſie die ſechs nordlichen Zeichen der Ecliptik durchlauft, haben die folgenden Länder, als Arabien, Perſien, Indien und China die Hitze von ihr, da ſie denn eine große Menge von Strahlen in der Gegend der umliegenden Atmoſphäre verbreitet, wodurch die Luft allhier gar ſehr verdünnet, mithin ihr Gleichgewicht zugleich aufgehoben wird. Soll nun dieſes wieder hergeſtellet werden, ſo muß ſie nothwendig ſowohl aus den ſüdlichen Gegenden des Aequators, wo ſie kälter iſt, als aus den noch kältern nordlichen Erdſtrichen, nach dieſen Theilen hinfließen, und auf dieſe Weiſe eine Art von Wind erregen, welcher die erſten ſechs Monathe hindurch anhält; wehrend welcher Zeit denn die Hitze in dieſen Gegenden am ſtärkſten iſt.

16. Wenn nun die Sonne die folgenden ſechs Monathe das Weltmeer und die ſüdlichen Länder gegen den mittägigen Wendecirkel durchläuft, und ſich in den ſechs ſüdlichen Zeichen bewegt; ſo erhitzt und verdünnet ſie

die

ſo folgt, daß diejenigen Theile der Luft, welche an der weſtlichen Seite des Orts liegen, wo ſie am meiſten verdünnet iſt, und indem ſie ſich nach dieſer Strecke hinbewegen, und allda angelangen, keine ſo geſchwinde Bewegung haben, als die Theile, welche eben dieſem Punkte gegen Oſten liegen, und ihm zunächſt folgen. Weswegen denn die Bewegung der öſtlichen Luft das Ueber-

gewicht

die Luft nunmehr hier am ſtärkſten. Mithin muß ſie um den Aequator ihren Lauf auf gleiche Weiſe ändern, die Winde ſich ganz und gar umſetzen, und von der entgegen geſetzten Seite, nach dem Compaſſe, herwehen.

17. Dieſes ſind die allgemeinen Eigenſchaften ſowohl derjenigen Winde, welche beſtändig, als auch nur zu gewiſſen Zeiten des Jahrs wehen. Indeſſen iſt doch keine, welche nicht ihre Abweichung und Ausnahme leiden ſollte, in Betracht der verſchiedenen Hitze, Kälte, des feſten Landes, Waſſers, der Gegend u. ſ. f. weswegen ich denn den Leſer, in Betracht aller dieſer verſchiedenen Umſtände, auf des Herrn Halley eigne ziemlich ausführliche Erklärung der Winde weiſe, welche er uns theils in den Transactionen, theils in den *Miſcellaneis Curioſis. Vol. I.* geliefert hat.

18. Aus dem nun, was bisher geſagt iſt, wird man leicht einſehen, daß, weil ein ſo großer Theil der Atmoſphäre über den hitzigen Erdſtrich verbreitet iſt, und die Theile um denſelben in einer ſo beſtändigen, wechſelsweiſigen und theils heftigen Bewegung ſind, ſich dieſe auch allenthalben durch eine gar weite Strecke verbreiten, und eben daher Würkungen von eben der Art, obgleich auf eine verſchiedene Weiſe, verurſachen; wodurch denn die Luft in allen übrigen Breiten und Erdſtrichen mehr oder weniger beunruhiget werden, folglich einen beſtändigen Hang der Bewegung nach verſchiedenen Gegenden haben müſſe, nachdem es nehmlich die Lage des Landes, der Grad der Hitze und Kälte des Erdſtriches, die Lage der Berge, Thäler u. d. gl. erfordert; beſonders was von der Entzündung und dem Auswurfe der feurigen Materien herrührt, wie

auch

gewicht über die weſtliche erhält; woraus denn ein beſtändiger Oſtwind erfolgt: wenn dieſes anders die Folgen der Verdünnung alle ſind. Wir müſſen aber noch erwegen, daß, weil alle Theile der Atmoſphäre über dem Aequator ſo ſtark verdünnet ſind, die um den Polen aber durch die Kälte deſto mehr verdickt, dieſe ſchwerere Luft beſtändig gegen den Aequator fließen müſſe, um

das

auch das Hervorbrechen der unterirdiſchen Luft, nebſt ſehr vielen andern Urſachen mehr. Woraus man denn, wie ich glaube, die Urſache leicht ermeſſen wird, daß auch in unſerm Erdſtriche, in welchem wir leben, ſich faſt beſtändig veränderliche und abwechſelnde Winde äußern müſſen.

19. Nur muß ich noch hinzu fügen, daß, weil die Atmoſphäre ein ſowohl ſchweres als zugleich flüßiges Weſen iſt, es der anziehenden Kraft der Sonne und des Mondes, ſowohl wie die Erde, unterworfen ſey: weswegen denn der Einfluß dieſer beyden Weltkörper, entweder ein jeder ins beſondere, oder beyde mit einander, nachdem ihre Stellungen gegen die Erde von dieſer oder einer andern Beſchaffenheit ſind, auch die flüſſige Atmoſphäre eben die Veränderungen leiden muß, welche wir bey dem Waſſer in dem großen Weltmeere beobachtet haben: nehmlich dieſe, daß die Atmoſphäre eben ſowohl eine längliche Geſtalt oder verſchiedene Höhe in andern Gegenden annehmen; ferner, daß dieſer Ebbe und Fluth der Luft eben die Eigenſchaften zukommen, welche wir von der See erwieſen haben; nur mit dem Unterſcheide, daß dieſe weit größer ſeyn müſſe, und zwar in eben der Verhältniß, wie 860 zu 1, in welcher die Dichtigkeit des Waſſers die Dichtigkeit der Luft übertrift.

20. Weil wir aber, wegen des beſtändig gleichen Druckes der Luft in der Atmoſphäre, wenn ſie gleich eine verſchiedene Höhe hat, niemals weder eine Fluth noch Ebbe an dem Barometer bemerken; ſo können wir dieſelbe nur blos aus dem Stande der Himmelskörper wiſſen. Weil ſich aber dieſes ungemeine Auf-

das aus der Verdünnung und Leichtigkeit der Luft über dieſen Gegenden aufgehobene Gleichgewicht wieder herzuſtellen. Aus welcher Urſache denn ſchon allein ein beſtändiger Nord- und Südwind entſtehen muß. [XCVII.]

Hier-

ſchwellen der Atmoſphäre beſtändig nach dem Monde richtet, und demſelben in eben der Strecke nachfolgt, wo ſich dieſer hinbewegt; ſo muß auch daher eine ſtete Bewegung derſelben in allen ihren Theilen erfolgen, und an allen und jeden Oertern einen ſtärkern oder ſchwächern Wind erregen, welcher denn, ſo wie er mit denen, die aus andern Urſachen herrühren, entweder übereinſtimmt, oder ihnen entgegen iſt, auch bald einen ſtärkern, bald ſchwächern Wind verurſachen muß. Und ich glaube, daß man etwas von dieſer Art aus Beobachtungen herleiten könne, welche man wegen der Beſchaffenheit der Luft, zur Zeit des neuen und vollen Monds, angeſtellet hat. Daß auch dieſes die Urſache bey den letzten beyden großen Sturmwinden geweſen ſey, hat der D. Mead in ſeiner Abhandlung *De imperio Solis et Lunae*, bereits angemerkt.

[XCVII.] 1. Weil mich übrigens die Erfahrung belehrt hat, daß viele Leute nur einen dunkeln oder verworrenen Begrif von der Urſache dieſes beſtändigen Stromes der Luft von Oſten gegen Weſten, oder dem beſtändigen Oſtwinde unter dem Aequator, haben; ſo will ich, um die Sache deſto deutlicher zu machen, ſie in einer Figur vorſtellen, und durch dieſelben erläutern. Es ſey demnach CBADE der Theil von einem Durchſchnitte der Atmoſphäre über dem Aequator, *C* Oſt, *E* Weſt, *A* der Punkt der Sonne *S* gerade unter derſelben, und *R* derjenige,

Tab. XXXII. Fig. 1.

wo

Hieraus wird man die Urſache leicht einſehen, wie es zugehe, daß durch dieſe beyden zuſammengeſetzten Bewegungen der Luft von Oſten und Norden, in der nordlichen Halbkugel der Erde,

wo die Luft am meiſten erhitzt, verdünnt, und mithin am leichteſten iſt.

2. Daß dieſer Punkt R an der Oſtſeite des Punktes A zu liegen müſſe, iſt nicht ſchwer zu begreifen; wenn man anders dasjenige wohl erwogen hat, was wir (LXXXIII.) von der Ebbe und Fluth geſagt haben. Und weil die Luft bey R, wie wir annehmen, leichter iſt, als bey C und D, wo ſie kälter iſt; ſieht man leicht, daß, wenn ein Gleichgewicht erhalten werden ſoll, wie ſolches bey einem flüßigen Körper allemal nothwendig geſchehen muß, die Luft, vermöge ihrer größern Schwere, beſtändig von C und D gegen R drücken, und daſelbſt auf eine Höhe ſteigen werde, welche größer iſt, als bey C oder D, in dem Verhältniß nehmlich, in welcher ihre Dichtigkeit nicht ſo viel beträgt.

3. Wenn nun dieſes die Urſache iſt, ſo ſiehet man leicht, daß, wenn die Sonne beſtändig zwiſchen den Punkten C und D ſteht, ſie an dieſer Seite die Luft ſehr erhitzen; die Gegenden aber zwiſchen C und R, welche die Sonne verlaſſen hat, ungleich kälter werden müſſen. Folglich wird auch die Luft zwiſchen C und R, weil ſie kälter iſt, auch zugleich ſchwerer ſeyn, als die zwiſchen R und D, welche heißer iſt; mithin wird jene eine ſtärkere Bewegung gegen den Punkt R haben. Weil ſich nun dieſer Punkt R beſtändig weſtwerts nach dem Punkte A bewegt; ſo wird auch die Bewegung der weſtlichen Luft gegen denſelben zum Theil eben dadurch vermindert; weil ſie nun über die-

ein beſtändiger Nordoſtwind, in einer gewiſſen Entfernung an jeder Seite des Aequators, um die ganze Erde herum, entſtehen müſſe. Und dieſe

ſes auch keine ſo ſtarke Bewegung hat, als die öſtliche Luft; ſo erhält dieſe das Uebergewicht über ſie, folgt dem erwehnten Punkte R von Oſten gegen Weſten immer, und verurſacht auf dieſe Weiſe einen beſtändigen Oſtwind.

4. Vielleicht wird man hier einwenden, daß, obgleich die Bewegung der Luft von D gegen R geringer iſt, ſie nichts deſto weniger doch etwas beträgt, und daher allda ein Weſtwind entſtehen müſſe, wenigſtens einiger maaßen, und in einiger Entfernung von dem Punkte R weſtwerts. Worauf ich aber antworte: daß es die Natur eines flüßigen Weſen nicht geſtattet, durch zwo einander entgegen geſetzten Bewegungen ein Gleichgewicht wieder herzuſtellen, oder zu erhalten, (welches ich aber von dem ganzen Körper deſſelben verſtehe,): denn wenn ſich ein Theil des flüßigen Weſens auch nur an irgend einem Orte bewegt; ſo muß der ganze übrige Körper dieſer Bewegung gleichfalls folgen. Wäre dieſes nicht, ſo würde dadurch das Gleichgewicht der Luft in dem einen Theile deswegen aufgehoben, um es in dem andern wieder herzuſtellen; mit welchem Fehler man die Natur nicht wohl beſchuldigen kann. Auf dieſe Weiſe bemerken wir, daß die Ebbe und Fluth der See beſtändig dem Laufe des Mondes von Oſten gegen Weſten, folgt, ohne einige Bewegung des Waſſers von Weſten gegen den Mond in den offenbaren Weltmeeren: und der Punkt R kann nur als eine Luftfluth erwogen werden, mit welcher es beynahe eben die Bewandtniß hat, als mit der Ebbe und Fluth des Waſſers.

5. Hat

dieſe Urſache finden wir bey denjenigen allgemeinen Winden ſonderlich gegründet, welche beſtändig von Nordoſt und Südoſt, bis ohngefehr 30 Grade an jeder Seite des Aequators, wehen, wo dieſe Gegenden über der offenbaren See erhaben, und keine Reflection der Sonnenſtrahlen von der erhitzten Oberfläche des feſten Landes leiden: denn in dieſem Falle dringt der Wind beſtändig in das feſte Land hinein, wie z. E. die Küſte von Guinea und andere Theile des hitzigen Erdſtriches, wie bekannt iſt. [XCIIX.]

5. Hat man dieſes wohl verſtanden, ſo iſt das übrige leicht: denn niemand wird hierinnen Schwürigkeiten finden, es ſich vorzuſtellen, wie die kalte Luft von einem jedweden Pole nothwendig gerade gegen den Aequator zu fließen müſſe. Wenn ſie nun daſelbſt mit dem öſtlichen Strome der Luft zuſammen ſtößt, und ſich mit ihm vermiſcht, ſo muß ſie mit derſelben nothwendig einen andern Zug der bewegten Luft machen, welcher zwiſchen beyden der erſtern liegt, nehmlich einen Nordoſtſtrom an der nordlichen, und einen Südoſtſtrom an der Sütſeite: welches aber ganz natürlich aus der Theorie von den zuſammengeſetzten oder ſchiefen Kräften erfolgt. (Siehe die Anmerkungen zu XXIII.)

[XCIIX.] Der Herr Clare in ſeiner Bewegung der flüßigen Weſen, hat einen gar geſchickten Verſuch angeführt, wodurch er dieſes erläutert, und welcher darinnen beſteht: er nimmt ein ziemlich großes Gefäß mit Waſſer, und ſtellet auf daſſelbe ein mit warmen Waſſer gefülltes kleines Schüſſelgen; da denn jenes das Waſſer des Weltmeers, dieſes aber eine Inſel vorſtellt, über welcher die Luft verdünnet wird.

So wie nun die Bewegung der Luft geſchwinder, oder langſamer iſt, ſo iſt auch der Wind ebenfalls entweder ſtärker, oder ſchwächer, und man hat aus Beobachtungen gefunden, daß die Geſchwindigkeit des Windes gar merklich verſchieden ſey, und derſelbe ſich in einer Stunde durch einen Raum von 1 bis 50 oder 60 Meilen bewege. [XCIX.]

So

wird. Alsdenn hält er ein brennendes Licht über das kalte Waſſer, und bläſt es aus; da man denn bemerkt, daß ſich der Rauch von demſelben gegen die warme Schüſſel, über derſelben in die Höhe bewegt, und dadurch den Strom der Luft, von der See zu dem feſten Lande, ziemlich deutlich vorſtellt. Iſt aber das Waſſer umher warm, das in dem kleinern Gefäße aber mit kaltem angefüllet; ſo erfolgt genau das Gegentheil, wenn man das ausgelöſchte Licht über daſſelbe hält.

[XCIX.] 1. Der Verſuch, wodurch dieſes bewieſen wird, muß auf einem freyen Platze angeſtellt werden, wo der Strom der Luft oder der Wind ganz und gar durch nichts aufgehalten wird, ſondern beſtändig einförmig fließt, wenigſtens in ſo fern, als es die wellenförmige Beſchaffenheit der Atmoſphäre geſtattet. An einem ſolchen Orte läßt man eine Feder oder andern leichten Körper durch den Wind forttreiben; alsdenn aber bemerkt man, vermittelſt einer halben Secundenuhr, oder eines Pendels, diejenige Strecke genau, durch welche ſie in einer Anzahl von halben Secunden geführet worden, oder in wie vielen halben Secunden ſie einen gewiſſen beſtimmten und abgemeſſenen Raum durchflogen iſt. Hat man nun die Geſchwindigkeit des Windes in einer Secunde beſtimmt;

So viel mag indeſſen von der allgemeinen Erklärung die Natur und den Urſprung der
X 4 Winde

ſtimmt; ſo kann man ſie auch leicht in einer Stunde finden.

2. Der ehrwürdige D. Derham, welcher in der Veranſtaltung ſeiner Verſuche von dieſer Art ſehr ſorgfältig zu Werke gieng, genehmiget das Verfahren mit der Windmühle, gar ſehr, welches der D. Hook erfunden hat; wovon man die Nachricht in den philoſophiſchen Transactionen N. 24 finden kann. Und er ſagt uns N. 313, daß er die Geſchwindigkeit des Windes mit dieſer Maſchine, in dem großen Sturme den 11. Aug. 1705 gemeſſen, und durch verſchiedene damit angeſtellete Verſuche gefunden habe, daß die Geſchwindigkeit des Windes damals 33 Fuß in einer halben Secunde oder 45 Meilen in einer Stunde geweſen ſey. Woraus er denn die Folge zieht, daß auch der allerheftigſte Wind, (wie z. E. der im November 1703) ſich nicht geſchwinder, als etwan 50 oder 60 Meilen in einer Stunde, bewege; und daß das Mittel hiervon etwan eine Geſchwindigkeit deſſelben ſey, welche ſich auf 12 bis 15 Meilen in einer Stunde erſtreckt.

3. Oefters wehet der Wind ſo langſam, daß ſeine Bewegung nicht geſchwinder iſt, als wie man entweder reitet oder zu Fuß gehet; und wenn ihn jemand in dieſem Falle auf den Rücken hat; ſo bemerkt er ganz und gar keinen Wind, weil er keinen Unterſcheid unter der Geſchwindigkeit deſſelben und des Körpers empfindet, welches eigentlich dasjenige iſt, was wir wehrend einer ſolchen Bewegung merken können; und wovon wir die Urſache in den Noten zu XX. angegeben haben.

4. Das beſte Verfahren, welches mir bekannt iſt, und wodurch man die Kraft des Windes auf eine mathematiſche Berechnung und Gewißheit bringen kann, beſtehet darinnen, daß man ſich des neu erfuudenen Windmeſſers bedient, von welchem mich zuerſt der ſinnreiche D Burton benachrichtiget hat. ABCDEF GHI iſt ein offenes Geſtelle von Holz, welches auf der Stütze I recht wohl befeſtigt iſt; in den Riegels HK und LM bewegt ſich eine horizontal liegende Welle QM, vermö-

Winde betreffend, genug ſeyn, wir wollen daher
weiter

vermöge der Windflügel *ab, cd, ef, gh*, welche auf die gehörige Art dem Winde entgegen geſetzt ſind. An dieſer Achſe iſt ein Kegel von Holz MNO befeſtigt; und an demſelben wird ein Gewicht S, welches an einem in der Oberfläche deſſelben feſtgemachten Stricke hängt, gehoben, ſo wie der Wind die Flügel herumbewegt. Das Gewicht aber wird von dem dünnern Ende bey M immer weiter nach dem Breitern NO zu, in die Höhe gewunden. Bey dem breitern Ende der Grundfläche des Kegels iſt ein Kranz *ik* befeſtigt, in deſſen Zähne die Scheere oder der Reidel X greift, welcher es verhindert, daß die Bewegung von dem angehängten Gewichte nicht wieder rükgängig werden kann.

5. Aus der Bauart dieſer Maſchine wird man leicht urtheilen, daß dieſelbe ohne ſonderliche Mühe ſo eingerichtet werden kann, die eigentliche Kraft des Windes dadurch zumeſſen: weil die Kraft des Gewichts immer beſtändig zunimmt, wie der Strick auf die Oberfläche des Kegels weiter hinauf gewunden, und eben dadurch von der Achſe immer weiter entfernt wird. Hängt man nun ein ſolches Gewicht an dem dünneſten Theile des Kegels bey M an, und es iſt alsdenn vermögend, die Maſchine bey dem geringſten Winde im Gleichgewichte zu erhalten; ſo wird auch das Gewicht immer in eben der Verhältniß gehoben werden, wie der Wind ſtärker wird, und der Durchmeſſer der Grundfläche des Kegels NO kann, in Vergleichung des Durchmeſſers des dünnern Endes der Achſe M, ſchon ſo groß ſeyn, daß auch der ſtärkſte Wind kaum vermögend iſt, das Gewicht bis zu dem dicken Ende zu heben.

6. Es verhalte ſich demnach z. E. der Durchmeſſer der Achſe zu dem Durchmeſſer der Grundfläche des Kegels MO, wie 1 zu 28. Iſt nun S das Gewicht bey M an der Achſe von einem Pfunde, ſo wird daſſelbe 28 Pfund oder ohngefehr ein viertheil hundert vermögen, wenn es bis zu dem dickſten Ende gehoben iſt. Kann es nun alsdenn ein Pfund an der Achſe erhalten, wenn der Wind am gelindeſten iſt; ſo muß es 28 mal ſo viel Kraft haben, wenn es an der Grundfläche des Kegels hängt.

weiter gehen, und nunmehro die Theorie von
X 5 dem

hängt. Mithin kann man gar leicht eine Linie von 28 gleichen Theilen, auf der Seite dieſes Kegels ziehen, oder beſchreiben, und die Stärke des Windes wird an denen daran geſetzten Ziffern, von welchen der Strick jedesmal abhängt, leicht angezeigt werden.

7. Ueber dieſes kann der Strick auch ſchon von einer ſolchen Dicke ſeyn, und der Kegel ſo lang, daß ſich jener 16 mal um dieſen zwiſchen jedweder Abtheilung der Scala auf dem Kegel herumwickelt. Verlangt man aber noch mehrere Genauigkeit, ſo kann die Peripherie der Grundfläche des Kegels leicht in gleiche Theile getheilt werden: da denn der Strick, im Fall ein Gleichgewicht entſteht, an der Oberfläche des Kegels, bey einer dieſer Abtheilungen, herunterhängt und auf dieſe Weiſe die Kraft des Windes bis auf ein Drachma Averdupois anzeigt.

8. Nachdem ich dieſes, was die Bauart des Inſtruments betrift, vorangeſchickt habe, ſo muß ich nunmehr weiter gehen, und eine genauere Unterſuchung der Theorie von den Windmühlen anſtellen; dabey aber dasjenige vorausſetzen, was ich bereits in den Noten zu XLIV beygebracht habe. Es ſey demnach lm, (welche mit der Achſe QM parallel iſt) $= a$ die ganze Kraft des Windes auf den Flügel; dieſe Kraft aher wird auf ln reducirt, und dieſe abermal auf no, welche gegen die Achſe ſenkrecht würkt, und den Flügel umdreht. Ferner haben wir gezeigt, daß, wenn wir $mn = x$ ſetzen, dieſe Kraft, welche die Flügel umdreht, durch $\frac{aa-xx^3}{a}$ ausgedruckt werde, und daß, wenn wir hieraus ein Maximum machen, $x = \sqrt{(\frac{aa}{3})} = a\sqrt{(\frac{1}{3})}$ erhalten wird; weswegen denn der Winkel $lmn = 54°44'$ iſt.

9. Hier-

dem Schalle vornehmen. Nun wiſſen wir aber
aus

9. Hieraus erhellet, daß, wenn die Mühle ihre gröſſeſte Vollkommenheit hat, alsdenn $ln = \sqrt{(aa - xx)} = \sqrt{(a^2 - \frac{a^2}{3})} = a\sqrt{(\frac{2}{3})}$ ſey. Weswegen ſich denn die ganze Kraft in der Richtung lm, wenn ſie auf die in der Strecke ln reducirt iſt, wie lm^2 zu ln^2, oder wie a^2 zu $\frac{2}{3}a^2$, oder wie 1 zu $\frac{2}{3}$, oder endlich 3 zu 2 verhält.

10. Ferner verhält ſich die ganze Kraft in der Richtung lm zu derjenigen zum zweyten male auf die Strecke no reducirten, wie a^2 zu $\frac{a^2x - x^3}{a}$ das iſt, wie a^2 zu $a^2\sqrt{(\frac{4}{27})}$ oder wie 1 zu $\sqrt{(\frac{4}{27})} = \frac{200}{519} = \frac{5}{13}$ beynahe; oder die auf dieſe Art reducirte Kraft verhält ſich zu der ganzen Kraft, wie 5 zu 13, wenn die Flügel auch die allerbeſte Lage haben.

11. Wollen wir nun die abſolute Kraft des Windes beſtimmen, ſo müſſen wir ſie folgendermaaßen mit der Kraft des Waſſers vergleichen. Weil Luft und Waſſer flüßige Weſen ſind, ſo verhalten ſich auch ihre Würkungen in einer gewiſſen Zeit, wenn ſie ſich mit gleichen Geſchwindigkeiten bewegen, wie die Menge ihrer Materien oder Körpertheilgen, das iſt, (wenn wir mit den römiſchen Buchſtaben die Größe bey dem Waſſer andeuten, und mit den italieniſchen eben dieſe bey der Luft) und $\mathrm{V} = V$ iſt, ſo haben wir $\mathrm{E} : E = \mathrm{M} : M$. Iſt aber die Menge der Materie in beyden Fällen gleich, nehmlich $\mathrm{M} = M$, ſo müſſen ſich die Würkungen, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten, das iſt $\mathrm{E} : E = \mathrm{V}^2 : V^2$ (S. XLIIX. 17). Wenn daher ſo wenig die Geſchwindigkeiten, als Maſſen der Materie bekannt ſind, ſo verhalten ſich die Würkungen in einer beſtimmten Zeit, wie die aus beyden zuſammengeſetzte Verhältniß; das iſt $\mathrm{E} : E = \mathrm{MV}^2 : MV^2$.

12. Wir

aus demjenigen Verſuche, welchen wir mit dem
Wecker

12. Wir haben aber bereits gewieſen, daß $\mathrm{M}:M = \mathrm{DB}:DB$ (S. LV. 9.); mithin $\mathrm{E}:E = \mathrm{DBV}^2 : DBV^2$ in einer gewiſſen beſtimmten Zeit ſey. Nun wollen wir aber ſetzen, es ſey $\mathrm{B}=B$; ſo iſt, weil $\mathrm{D}:D = 860:1$ (LXXXVIII. 6.) $\mathrm{E}:E = 760\mathrm{V}^2 = V^2$; und endlich, wenn wir auch annehmen, daß die Würkungen gleich ſeyn, nehmlich $\mathrm{E} = E$; ſo haben wir auch $860\mathrm{V}^2 = V^2$. Setzen wir nun, es ſey $\mathrm{V}=1$, ſo haben wir $860 = V^2$; und mithin $V = \sqrt{(860)} = 29{,}326$; das iſt: die Geſchwindigkeit der Luft beträgt etwas mehr, als 29 mal ſo viel, wie die Geſchwindigkeit des Waſſers, wenn ſie auf eine gewiſſe Oberfläche mit eben der Kraft ſtößt.

13. Der Herr Belidor erhält $V = 25\frac{1}{2}$, weil er ſich in der eigentümlichen Schwere der Luft ziemlich verſtoßen hat, indem er ſie $\frac{1}{640}$ ſetzt, da ſie doch $\frac{1}{860}$ iſt: weswegen denn alle ſeine Berechnungen dieſe Sache betreffend, ſehr irrig ſind. Wenn V eine gewiſſe gleiche Geſchwindigkeit des Waſſers bedeutet, ſo findet man die Höhe H des Falles, welcher erfordert wird, eine ſolche Geſchwindigkeit hervor zu bringen, wenn man rechnet $32 : \sqrt{(16)}\ (= 4) = \mathrm{V} : \sqrt{\mathrm{H}}$; oder auch ſo: $1024 : 16 = \mathrm{V}^2 : \mathrm{H} = \frac{16\mathrm{V}^2}{1024} = \frac{\mathrm{V}^2}{64}$ oder wenn wir $\mathrm{V} = 1$ ſetzen, ſo haben wir $\mathrm{H} = \frac{1}{64}$. Nun ſtößt aber ein Cubicfuß Waſſer, deſſen Höhe 1 iſt, mit einer Kraft = 62,5 lb; mithin beträgt die Kraft einer Seule, deren Höhe H iſt, gegen die Oberfläche eines Quadratfußes $62{,}5\,\mathrm{H} = \frac{62{,}5}{64}$, oder $\frac{62{,}5\mathrm{V}^2}{64}$, wenn die Geſchwindigkeit nicht gegeben iſt.

14. Ver-

Wecker unter dem von der Luft ausgeleerten Reci-

14. Vermöge N. 12. aber iſt $V^2 = \frac{V^2}{860}$, mithin $\frac{V^2}{860} \times \frac{62,5}{64} = 62,5\,H = 0,976$ lb. für die Kraft des Stoßes einer Waſſerſeule, deren Geſchwindigkeit $V = 1$, der Luft aber, deren Geſchwindigkeit $V = 29,3$ und Höhe $H = \frac{1}{64}$ von einem Fuße iſt. Mithin iſt $\frac{V^2}{860} \times 0,976 = 0,00113\,V^2$ eine beſtändige Zahl wodurch die Kraft des Windes, wenn er mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit V auf eine beſtimmte Anzahl von Quadratfußen oder eine Fläche A ſtößt, auf Averdupois Pfunde reducirt wird. Es ſey z. E. die Geſchwindigkeit des Windes 20 Fuß in einer Secunde; ſo iſt $V = 20$, $V^2 = 400$, und $0,00113V^2 = 0,00113 \times 400 = 0,452$ von einem Pfunde auf den Quadratfuß; mithin auf 10 Quadratfuß 4,52 lb; auf 100 Quadratfuß 45,2 lb, und auf 1000 deren 452 lb. und ſo fort.

15. Wenn wir nun hieraus die Kraft des Windes auf die Flügel einer Windmühle berechnen wollen, ſo müſſen wir folgendermaaßen zu Werke gehen. Es ſey demnach die Länge eines Flügels 30 Fuß, und die Breite 6 Fuß, ſo iſt der Inhalt ſeiner Fläche 180 Quadratfuß und $4 \times 180 = 720$ Quadratfuß der Flächen Inhalt vor alle 4 Flügels. Wenn wir nun die Geſchwindigkeit des Windes eben ſo ſtark annehmen, als vorher, nehmlich 20 Fuß in einer Secunde; ſo iſt die auf jeden Quadratſchuh würkende Kraft 0,452 und mithin $0,452 \times 720 = 325,44$ lb Dieſes iſt alſo die abſolute oder ganze Kraft des Windes, welche auf die Flügel würkt. Im Fall aber die Flügel gerade geſetzt ſind; ſo wird die Kraft in der Verhältniß wie 13:5 vermindert; mithin iſt $\frac{5}{13} \times 325,44 = 125,17$ lb.

16. Nun ſey ferner die Entfernung von der Achſe Q bis zu einem jeden Flügel 5 Fuß; ſo iſt die Entfernung des Schwerpunktes PQ 20 Fuß; mithin $20 \times 125,17 = 2503,4$ lb. Die mechaniſche Kraft des Win-

Recipienten, angeſtellet haben, daß ein Schall ohne

Windes auf die Flügel in einer Secunde, welche die Würkung in der Mühle hervorbringt, die denn auf eben die Art, wie in dem Beyſpiele von der Waſſermühle, berechnet werden kann, als wir es XLIII angegeben haben.

17. Um aber dieſe Dinge allgemeiner vorzutragen, ſo ſey A = dem Inhalte der Flügel, V = der Geſchwindigkeit des Windes; ſo iſt $0{,}00113 V^2$ A = der abſoluten Kraft, welche, wenn ſie in $\frac{5}{13}$ multiplicirt wird, $0{,}000435\ V^2$ A = der durch die ſchiefe Lage der Flügel reducirten Kraft iſt. Nun hänge ein Gewicht W an einer gleich dicken Welle, deren Halbmeſſer d iſt, und dieſe halte die Flügel mit der Kraft des Windes im Gleichgewichte. Da nun alsdenn D die Entfernung des Schwerpunktes des Flügels iſt, ſo haben wir

$$D : d = W : 0{,}000435\, V^2 A = F = \frac{W d}{D}.$$

18. Weil aber das Gewicht, welches angehängt worden, wenn die Maſchine in ihrer größten Vollkommenheit iſt, $\frac{4}{9}$ von W beträgt (S. die Noten zu XXXIX.);

$$\text{ſo iſt } \tfrac{4}{9}\, W \times \frac{d}{D} = \tfrac{4}{9}\, F = 0{,}000193\, V^2 A = P;$$

ſetzen wir alsdenn $r = 0{,}000193$, ſo haben wir $rV^2A = P$ für die reducirte Kraft der größten Würkung;

und $\frac{P}{rV^2} = A$ für den Inhalt der Fläche der Flügel; und endlich $\sqrt{\left(\frac{P}{rA}\right)} = V$ für die Geſchwindigkeit des Windes: welche daher gefunden werden kann, wenn A und P gegeben ſind.

19. Es ſey demnach $\frac{4}{9}$ W = w die Geſchwindigkeit, deren Gewicht u ſeyn mag; ſo iſt $\frac{1}{9}V$ = der Geſchwindigkeit des Schwerpunktes der Flügel: und alsdenn $\frac{V}{3} \times P = u \times w$; woraus denn eine jedwede von dieſen

ohne Luft nicht möglich iſt; und wenn wir auf
die

dieſen vier Größen gefunden werden kann, wenn die übrigen gegeben ſind. Mithin hat man entweder P = $\frac{3uw}{v} = rV^2A$ oder $3uw = rV^3A$; woraus denn ferner eine jede von dieſen vier Größen A, V, w, u, gefunden werden kann, wenn die übrigen drey bekannt ſind. Wovon meine neuen Anfangsgründe der Geographie und Schiffarth weiter nachgeleſen werden können.

20. Weil ſich nun die Kraft der Maſchine wie $A \times V^2 \times D$ verhält, ſo wird dieſelbe ein Maximum, wenn $A \times D$ am größeſten iſt, die Geſchwindigkeit des Windes V unverändert bleibt und A eine beſtimmte Größe iſt; da denn das Maximum alsdenn ſtatt findet, wenn D am größeſten iſt. Hieraus erhellet alſo, daß, wenn wir auf keine beſtimmte Entfernung von der Achſe Q eingeſchränkt ſind, wie weit nehmlich die Flügel von der Achſe befeſtigt werden ſollen, wir die gegebene Fläche A in ein gleichſchenklichtes Dreyeck einſchließen können, von welcher Geſtalt
Tab. XXXII. Fig. 3. denn die Figur ABCD iſt, anſtatt, daß dieſelbe ein rechteckigter Flügel *abcd* ſeyn ſollte, wie er gemeiniglich gemacht zu werden pflegt: denn in dem dreyeckigten Flügel iſt der Schwerpunkt bey P und ſeine Entfernung iſt QP, dahingegen bey dem rechteckigten Flügel *abcd* der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte *p* übereintrift, und ſeine Entfernung Q*p* viel kleiner iſt, als vorher.

21. Zum Exempel. Es ſey *ab* = 6 Fuß, und *bc* = 30 deren; ſo iſt der Flächenraum A = 30 Quadratfuß. Nun ſey ferner QD = 5 Fuß; ſo iſt Q*p* = 20 = D und $A \times D = 600$. Bey dem dreyeckigten Flügel aber iſt die Entfernung QP = 35 = D, und daher $A \times D = 1050$. Die Kraft eben deſſelben Windes alſo auf einen eben ſo großen Flügel, welcher gleich weit von der Achſe in der Entfernung QD befeſtiget iſt, und zwar in dem dreyeckigen Flügel ABCD, verhält ſich alſo zu der Kraft auf den gemeinen Flügel *abcd*,

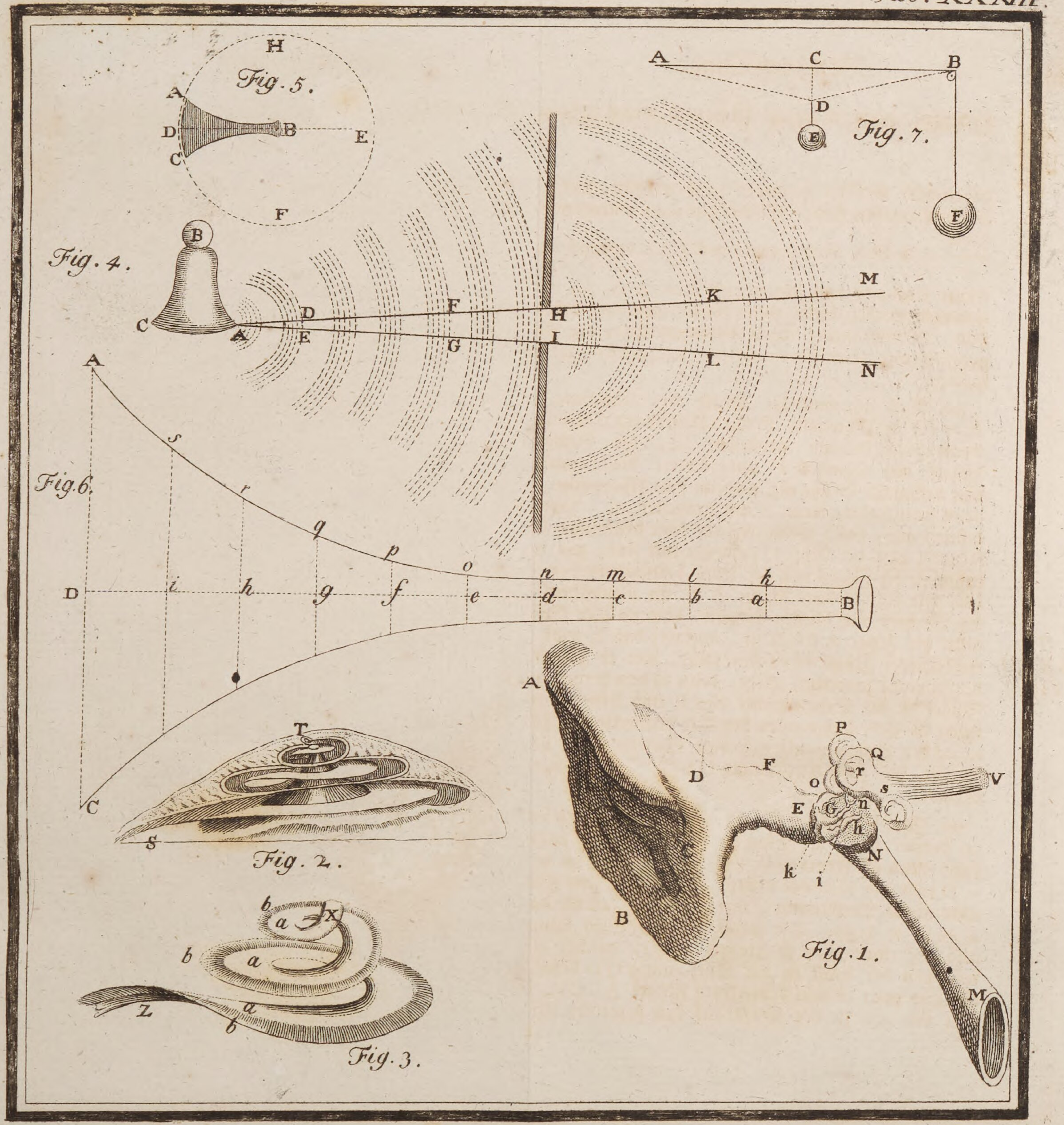


Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 3.

die Beſchaffenheit der Theile eines klingenden Körpers

abcd, wie 1050 zu 600, das iſt, QP = 35 zu Q*p* = 20 oder 7:4 von welchem allen einem ſogleich die Wahrheit in die Augen fällt, ſo bald man nur auf die Figur ſiehet, und das überdenkt, was wir XXXIV. 8, 9. beygebracht haben.

22. Ich glaube, der Herr Parent muß durch Betrachtungen von dieſer Art dazu bewogen worden ſeyn, daß er Flügel angegeben hat, deren Durchſchnitt Abſchnitte von Ellipſen ſeyn ſollen: denn die Schwerpunkte derſelben ſind ebenfalls bey $\frac{2}{3}$ ihrer Lage, überdieſes aber geſchickter, einen runden Flächenraum auszufüllen, wenn ſie gegen den Wind eine ſolche ſchrege Stellung haben, daß von demſelben gar nichts verlohren gehen kann, wenn man von ihm alles dasjenige auffaſſen will, was auf einen gewiſſen Raum fällt. Aus was für einer Urſache er aber die kreuzweiſe Lage der gewöhnlichen Flügels vortheilhafter erachtet, als die nach der Länge, davon kann ich die Urſache nicht einſehen. Weil ich aber nichts geſehen habe, was er hiervon geſchrieben hat, ſo mag ich auch von der Sache weiter nichts erwehnen.

23. Weil ich nun nicht zu Ende kommen würde, wenn ich von allen denen vorzüglichen Anwendungen reden wollte, welche man entweder von dieſen nützlichen Anfangsgründen von den Eigenſchaften der Luft entweder würklich gemacht hat, oder zu machen vermögend iſt, ſowohl in der Naturlehre als Mechanik; ſo will ich es darbey bewenden laſſen, indem ich dem Leſer die Theorie von einem ſehr nützlichen Inſtrumente, dem Blaſebalge nehmlich, vorlege, vermittelſt welches die Würkung des Feuers, oder die Verſtärkung ſeiner Hitze, um einen ausnehmenden Grad erhalten werden kann. Zu welchem Ende ich denn hier des Herrn Hales ſtatiſche Verſuche beybringe, in welchen wir T. 2. S. 329 folgende Berechnungen finden.

24. Herr Hales miſſet die Oberfläche von ein paar Blaſebälgen, ſo wie ſie in den Werkſtäten der Schmiede gebraucht werden, wie auch den Raum, durch welchen ſie ſich in Zeit von einer Secunde herunter bewegen;

Körpers und der Luft genau Acht haben, ſo fin-
den

gen; wodurch er denn die Menge der Luft ausfindig macht, welche in dieſer Zeit heraus getrieben wird, und in ihren zuſammengedrückten Zuſtande 495 Cubiczolle beträgt. Um nun den Grad des Zuſammendruckes zu finden, welchen die Luft leidet, ſo befeſtigt er ein Barometer vorne an der Röhre des Blaſebalges, und findet, daß die Kraft der zuſammengedrückten Luft vermögend iſt, das Queckſilber ohngefehr einen Zoll hoch zu heben. Woraus denn erhellet, daß die Kraft, mit welcher die Bälge die Luft in das Feuer treiben, $\frac{1}{30}$ des Gewichts von der Schwere der Atmoſphäre beträgt.

25. Hieraus folgt alſo, daß die aus der Röhre der Bälge in einer Secunde getriebene Luft, mehr als 495 Zolle iſt, wovon der 30ſte Theil, nehmlich 16,15 Zolle macht; welches denn, wenn es zu dem Vorhergehenden hinzu gethan wird, $511\frac{1}{2}$ Zoll gemeine Luft giebt. Die Geſchwindigkeit aber zu finden, mit welcher dieſe Luft herausgetrieben wurde, ſo maß er die Weite des Ausfluſſes der Röhre, und dividirte durch dieſe die 496 Zolle; da denn zum Quotienten 825 Zolle oder 68,73 Fuß für die Länge eines Cylinders von Luft kamen, welche in einer jedweden Secunde durch die Röhre der Bälge herausfuhr. Welche ausnehmende Geſchwindigkeit der Luft beſtändig mit ihrer elaſtiſchen Kraft gegen die Theilgen des Feuers würkt, und dadurch deren innerliche Bewegung ganz ausnehmend verſtärkt, vornehmlich aber die Hitze deſſelben vermehrt werden muß, und von welcher alle unſere Empfindungen von dieſer Art hergeleitet werden.

26. Uebrigens beſchließt der Herr Hales dieſe Materie damit, daß er die Frage aufwirft: ob, wenn die Kraft, mit welcher die Luft durch die Bälge in die Orgelpfeifen getrieben wird, auf eben die Weiſe beſtimmet würde, man nicht dadurch die Kraft der Geſchwindigkeit der wellenförmigen Bewegung der Luft finden könnte, welche jedweder Ton oder Pfeife erfordert? Die Geſchwindigkeit der ſich wellenförmig bewegenden Luft aber verhält ſich zu eben dieſer Art der Bewegungen in
dem

den wir, daß er nichts anders ſey, als eine be-
ſtändige

den Waſſer, wie die Dichtigkeiten dieſer beyden flüßigen Weſen umgekehrt, das iſt, beynahe wie 860 zu 1; wie wir ſolches im Folgenden zeigen werden.

27. Der Herr Martin Triewald aus Schweden hat übrigens vor einiger Zeit eine neue Erfindung bekannt gemacht, durch welche ein beſtändiges Blaſen des Windes erhalten werden, und welche in großen Schmieden, Gießereyen und andern dergleichen Werkſtäten, füglich gebraucht werden kann, und im eigentlichen Verſtande Waſſerbälge genennet werden. Denn dieſe ſeine Erfindung beſteht in zweyen hohlen glockenförmigen Gefäßen, welche an den beyden Enden eines Hebels hängen; der durch einen beſtändigen Zufluß des Waſſers, welches in zween Tröge läuft, in Bewegung geſetzt wird. Dieſe beyden Tröge ſind nahe bey dem Ende des Waſſerganges, mit einander verbunden, oder ſtoßen dergeſtalt zuſammen, daß nur allemal einer von ihnen das Waſſer erhalten kann; darauf zu dem weitern Ende läuft, welches über dem Ende des Hebels liegt, und durch ſein eben daher vermehrtes Gewicht den Hebel an dieſer Seite ſo lange niederdrückt, bis das Waſſer, wehrend dem Herunterſteigen, zuſammen herausgelaufen iſt: worauf denn der zweyte Trog, welcher wehrend dieſer Zeit gefüllet iſt, das Uebergewicht erhält und das andere Ende des Hebels niederdrückt; da denn auf dieſe Weiſe die Maſchine beſtändig in Bewegung erhalten wird *.

28. Wenn

* Dieſe beyden Tröge muß ſich der Leſer ſo vorſtellen: daß ſie über dem Hebel in der Länge liegen, in der Mitte zuſammen ſtoßen, und daſelbſt mit einander einen Winkel machen, welcher unterwerts gekehrt iſt. Der Waſſergang, aus welchen ſie gefüllet werden, liegt genau über dem Punkte, wo ſie zuſammen ſtoßen. So wie nun der Hebel nicht genau mit dem Horizonte parallel iſt, ſo liegt der eine Trog über der erhabenen Hälfte deſſelben nicht nur mit dem Horizonte parallel, ſondern zugleich auch ſo, daß das Waſſer aus dem Ka-

ſtändige Fortſetzung der anfänglichen Erſchütterung vermittelſt des Schwunges, oder der wellenförmigen Bewegung, die dem flüßigen Weſen eingedruckt iſt, und welche ſich bis zu dem Trommelfelle in dem Ohre erſtreckt; durch deſſen Würkung ſie der Luft in der innern Höhlung des Ohres mitgetheilet wird, wo denn der Gehörnerve den Eindruck empfängt, und die Empfindung in

28. Wenn nun der eine Arm des Hebels in die Höhe kommt, ſo wird die Glocke, welche daran hängt, ebenfalls über die Oberfläche des Waſſers gehoben, in welchem die Maſchiene ſtehet, damit ſie wieder mit Luft angefüllet werden kann. Bewegt ſich nun der Hebel an dieſer Seite wieder herunter, ſo ſteigt auch die Glocke, wegen der an ſie gehängten Gewichte, wieder in das Waſſer herunter; wodurch denn die eingeſchloſſene Luft ſtark zuſammengedrückt, und eben dadurch gezwungen wird, durch eine lange und enge lederne Röhre zu gehen, durch welche ſie oben aus der Glocke zu andern metallenen Röhren dringet, die ſie bis zu dem Feuer leiten. Da denn, durch eben dieſe auf- und niederſteigenden Glocken, ein beſtändiger Wind erhalten wird, deſſen Geſchwindigkeit, vermittelſt beſonderer an der Maſchine gemachter Einrichtungen, entweder vermehrt oder vermindert werden kann: wie ſolches der Leſer aus dem Kupfer von dieſer Maſchine leicht ſehen wird, welches dieſer in den philoſophiſchen Transactionen ſich befindenden Abhandlung beygefügt iſt.

[C.] 1.

ſten in ihn allein hineinlaufen kann; wodurch er denn ſchwerer wird, und niederſinkt: worauf das Ende des andern Troges genau unter das Ende des Waſſerganges zu liegen kommt, auf eben die Weiſe gefüllet wird u. ſ. f. Die Beſchreibung dieſer Maſchine aber ſteht in den philoſophiſchen Transactionen No. 448 S. 231 u. f.

in dem allgemeinen Senſorio erregt, welches in dem Gehirne ſeinen Sitz hat. [C].

Y 2 Denn

[C.] 1. Der Bau des Ohres, welches mit ſeinen zugehörigen Theilen ganz vortreflich darzu eingerichtet iſt, ein Werkzeug des Gehörs zu ſeyn, verdient in der That eine allgemeine Aufmerkſamkeit. Denn der äußerſte Theil deſſelben iſt ſo eingerichtet, daß eine ziemliche Menge der in eine wellenförmige Bewegung geſetzten Luft, hineindringen kann; welche aber von einem zarten federartigen und lockern Knorpel ſtark wieder zurückprallt, eben dadurch mehr verdickt und gegen die innere Höhlung oder Muſchel des äußern Ohres geleitet wird.

2. Die freyliegende Höhle und federartige Oeffnung dieſer Höhlung iſt mit ihren beſondern Muskeln verſehen, wodurch ſie ausgedehnt, zuſammengezogen, und geſchickt gemacht wird, die zitternde oder in eine wellenförmige Bewegung geſetzte Luft von allen Seiten aufzufangen. Ueber dieſes iſt ſie auch dergeſtalt eingerichtet, daß ſie eben die Luftſtrahlen, ſo wohl ſtärker zuſammen ziehen und verdicken, als auch weiter ausbreiten oder verdünnen kann; wodurch ſie denn von ſelbſt vermögend iſt, ſowohl einen zu ſtarken Schall zu mäſſigen, als auch ihn zu verſtärken, wenn er zu ſchwach iſt; nachdem es die Umſtände erfordern.

3. Der Gehörgang beſteht theils aus einer knorplichten, theils aus einer knochenartigen Röhre, welche den Schall zu den innern Theilen des Ohres leitet, und die Krümme dieſes Canals vermehrt, auch die innere Fläche und mithin diejenigen Punkte oder Stellen zugleich, wo der Schall zurück prallt. Ueber dieſes macht die dreyeckige knorplichte Zunge, vermöge ihrer elaſtiſchen, leicht zu erſchütternden Beſchaffenheit und aufrechten Lage in der Höhlung der Muſchel, genau über der dreyeckigten Oefnung des Gehörganges, vermittelſt einer ſehr beſonders künſtlichen Bauart, daß alle Strahlen des Schalles, welche zu dem Ohre gelangen, in den erwehnden Gang dringen; und verhindert es, daß ſie wieder heraus können, ſie mögen auch auf eine Art wieder zurückprallen, wie man wolle. Seine länglichte

Denn wenn die Theile eines ſchallenden Kör-
pers vermittelſt einer Erſchütterung in Bewegung
geſetzt

te elliptiſch-cylindriſche Geſtalt, welche ſchlangenför-mig zuerſt in die Höhe, nachher wieder herunter, und alsdenn wieder ſo weit in die Höhe ſteigt, bis ſie ſich an dem Trommelfelle endigt, vermehrt das Zurückprallen, wie auch den Schall, und macht, daß alle ſchallenden Strahlen zuletzt mit einander vereinigt werden, und gegen den Mittelpunkt ſeines Endes fallen; verhindert es aber zu gleicher Zeit, daß kein verworrener und übermäßiger Klang, und eine eben daher entſtehende ähnliche Empfindung verurſachet werde.

4. Das Trommelfell, oder zarte Häutgen am Ende des Gehörganges liegt dergeſtalt ſchrege queer vor dieſem Eingange, daß es oben einen ſtumpfen, unten aber einen ſpitzigen Winkel mit demſelben macht. Hierdurch aber wird ſeine Oberfläche vermehrt, und dadurch zu einer zitternden Erſchütterung geſchickter gemacht, und daß es die Höhrſtrahlen auf einen gewiſſen Mittelpunkt zuſammen werfen kann.

5. Dieſes Häutgen iſt über einen knochenartigen Rand des Gehörganges ausgebreitet, und auf demſelben befeſtigt, über dieſes an dem vordern Theile, gegen den Gehörgang hohl, hinterwerts oder an der innern Seite aber, an dem Stiele eines kleinen Knochens befeſtigt, welcher der Hammer genannt wird, deſſen Kopf ſich in der knöcherigen Höhle an der einen Seite bewegt, an der andern abermal mit einem kleinern Knochen, welchen man den Ambos nennet, zuſammengefugt, welcher letztere ſich in ſeiner Fuge ganz frey bewegt; an dem andern Ende aber iſt es abermal mit einem kleinen runden Knochen zuſammen gefugt, wie auch mit dem Biegel, welcher mit ſeinem untern Theile mit einem Häutgen verbunden iſt, welches ſich über das länglichtrunde Loch einer andern knöcherigten Höhle, welche der Vorhof oder die mittlere Höhle des Irganges genennet wird, verbreitet.

6. Weil

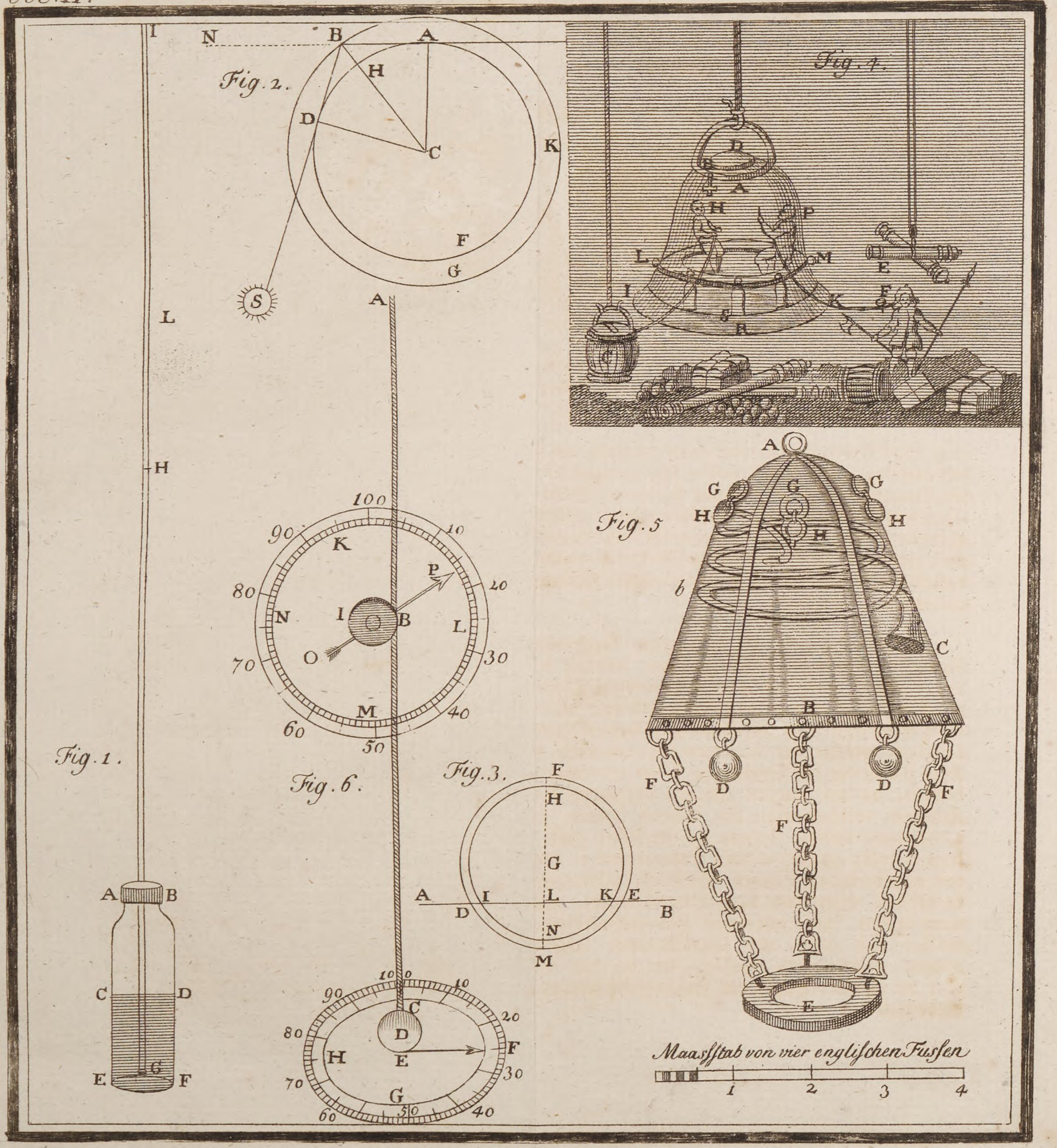


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 6.
Maaſsſtab von vier engliſchen Fuſsen
1 2 3 4

geſetzt werden, ſo ſchwingen ſie vermöge ihrer federartigen Beſchaffenheit, vor- und rückwerts,

6. Weil es aber unmöglich iſt, von dieſer wunderbaren Bauart, ohne einer Figur einen deutlichen Begriff zu machen, ſo ſey A B der äußere Theil des Ohres; C die Muſchel oder äußere Höhlung; D E der Gehörgang, welcher $7\frac{1}{2}$ zehntel Zoll lang, 3 deren breit und 4 tief iſt. G das Trommelfell, *n* der Stiel des Hammers; *k* der Ambos; *i* das runde Beinlein; *n* der Biegel; und *r* der Eingang der in dem Felsbeine ausgehölt iſt, und die Höhlung des Irrganges ausmacht.

7. Bey dem Eingange bemerken wir nachfolgende beſondere Einrichtungen ſeiner Theile. An dem weitern Theile deſſelben liegen 3 halbcirkelförmige Canäle O, P, Q, welche durch 5 Oefnungen mit der Höhle des Vorhofes Gemeinſchaft haben; ſie ſind von einer knochenartigen Beſchaffenheit und elliptiſch hohl. Der kleinere Theil des Vorhofes hat mit der Schneke oder Schnekengänge Gemeinſchaft.

8. Dieſer wunderbare Theil verdient eine ganz beſondere Aufmerkſamkeit, und iſt aus der Urſache in zwo Figuren vorgeſtellet; in welchen der knochenartige und kegelförmige Gang S T abgebildet iſt, welcher um einen knöchernen Kegel, von deſſen Grundfläche bey *f* bis zu ſeiner Spitze T, $2\frac{1}{2}$mal herumgehet; durch ein Zwergfell oder Unterſcheid von dreyeckigter Figur abgetheilt, wie durch Z X vorgeſtellet iſt. Dieſes hängt mit ſeinem Untertheile mit dem Kegel zuſammen, iſt von einer knochenartigen Beſchaffenheit (und bey *a*, *a*, *a*, zu ſehen) iſt federartig, wankend und ausnehmend glatt. Der äußere Theil *b*, *b*, *b*, iſt nervenartig, und ſeine Saiten oder Fiebern liegen ſo, wie ſie in dem Kupfer abgebildet ſind. Dieſer membranöſe Theil iſt an der einen Seite mit dem knöchernen Grundtheile des Zwergfelles, an der andern mit dem Canale verbunden, ſo, daß der krumme Gang der Schneke in zwo gleiche Höhlen getheilt iſt, aber ohne, daß beyde mit einander Gemeinſchaft haben; obgleich die Mündung

obgleich nur durch einen gar geringen Raum. Vermöge dieſer Bewegung würken ſie alſo auf die Theilgen derjenigen Luft, welche ihnen am nächſten iſt, und machen, daß ſie ſich ſogleich durch den erſten Stoß gleichfalls vorwerts bewegen; dieſe aber treiben alsdenn die nächſten weiter vor ſich weg, und dieſes ſo beſtändig fort durch eine ſo große Strecke, als es die anfängliche Stärke der ſtoßenden Kraft erfordert. Hierdurch aber

dung der obern Höhle ſich in die Höhle des Vorhofes öfnet, und die andere von einem Häutgen, des ovalen Loches genau verſchloſſen iſt.

9. Der Gehörnerve V, welcher bey S lauter kleine Löcher hat, geht daſelbſt in den Vorhof, und verbreitet über die inwendige Oberfläche ſowohl der mittlern Höhle des Vorhöfes, als ſeiner halbcirkelförmiger Canäle O, P, Q, einen ſehr künſtlichen Teppich. Dieſe Nerven gehen auf gleiche Weiſe in die Schnecke, und zwiſchen die beyden Häute des dreyekigen Unterſcheides ZX; hier theilen und verbreiten ſie ſich in ein ausnehmend dünnes Häutgen, an jedweder Seite derſelben; wodurch ſie denn zugleich das unmittelbare Werkzeug des Gehörs werden.

10. Dieſe Höhlung des Vorhofs iſt beſtändig mit einer elaſtiſchen Luft erfüllet; ob man gleich keinen Weg entdeckt, durch welchen ſie hinein kommen kann. Auch iſt die Höhlung der Trommel mit gemeiner Luft, vermittelſt der euſtachiſchen Trompete MN angefüllt, deren eine Oefnung M in den Mund geht, die andere N aber in die Höhle der Trommel.

11. Nachdem wir nun die Beſchreibung aller Theile des Gehörs vorangeſchickt haben, ſo werden wir nun deſto eher im Stande ſeyn, zu begreifen, wie der Schall in dem Gemüth erreget werde. Denn indem die in eine wellenförmigen Bewegung geſetzte Luft in den Gehörgang DE dringet, ſo werden daſelbſt alle Schläge derſelben durch verſchiedene Zurückprallungen durch den Eingang dergeſtalt gebrochen, daß ſie auf das Trommelfell

aber werden die Theilgen der Luft, immer mehr zuſammen gepreßt, als ſie in ihrem natürlichen Zuſtande ſind.

Wenn aber die Theilgen des ſchallenden Körpers, den andern Theil des Schwunges machen, indem ſie wieder zurück prallen; ſo treiben auch die Theilgen der Luft nach einander durch ihre zurücktreibende Kraft, wieder zurück in ihre gehörigen Oerter, und dehnen ſich auf dieſe Weiſe wieder aus.

melfell bey G fallen müſſen, welches denn vermittelſt des Stieles des Hammers, welcher ſeinen eignen Muſkel hat, der auf daſſelbe würkt, entweder mehr oder weniger hohl oder gedehnt wird. Hierdurch aber wird die in der Trommel befindliche Luft entweder hineingelaſſen, herausgetrieben, zuſammengedrückt oder verdünnet, nachdem nehmlich die euſtachiſche Röhre entweder geöfnet, oder verſchloſſen iſt.

12. Weil nun das Trommelfell G auf eine ſolche Art eingerichtet iſt, daß es die zitternde Bewegung der harmoniſchen oder ſchallenden Körper auffangen kann, um die in dem Irrgange befindliche Luft zu mäßigen; ſo kann es auch den empfangenen Eindruck dem Amboſe *k* mittheilen, welcher ſie denn weiter bis zu dem runden Gehörbeinlein *i*, und dieſes ferner zu dem Biegel *n*, dieſer aber endlich zu dem Häutgen über dem ovalen Loche des Vorhofes bringt.

13. Dieſes Häutgen kann vermittelſt einer ſolchen Anzahl von Theilen ſowohl in unendlich verſchiedenen Graden geſpannet, als nachgelaſſen werden, wodurch es denn geſchickt wird, alle Arten des Schalles, ſo ſtark oder ſchwach ſie auch immer ſeyn mögen, aufzufangen; und damit ſie der innern Luft mitgetheilt werden, welche allenthalben an gewiſſe Nerven ſtößt, die durchgehens über ſeine innere Oberfläche, vornehmlich aber die nervenartige Ausdehnung der Schnecke, verbreitet ſind.

Weil nun die in elaſtiſchen Körpern einmal erzeugte Bewegung, einige Zeit anhält, bevor ſie noch durch den Widerſtand und die Gegenwürkung der nächſt anliegenden Körper, unterdrückt werden kann; ſo folgt, daß die Theilgen des ſchallenden Körpers, und mithin der nächſtliegenden Luft zugleich, auf eine gewiſſe Zeit in einer wechſelsweiſigen, ſchwingenden Bewegung ſind, indem ſie ſowohl vor- als rückwerts gehen, und ſich in unendlich kleinen Zeiten, auch durch unend-

14. Denn hier liegen die Fiebern der Queerſcheide *b*, *b*. *b*. wir wir gezeigt haben, auf die Weiſe, wie eben ſo viel Saiten einer Harfe, deren Länge immer abnimmt, und von verſchiedenen Octaven ſind, ſo, daß die eine oder andere derſelben, genau von derjenigen Länge angeſprochen werden kann, wie es die Conſananz des Körpers erfordert, oder daß ſie eben die Art des Schwingens annimmt. Da denn ein jedweder ſolcher Schall oder verſchiedener Ton, vermittelſt der Nerven, zu dem allgemeinen Senſorio der Empfindung in dem Gehirne, geführet wird; wo die Seele die unendlich verſchiedenen Schalle oder Töne vernimmt, und ſie unterſcheidet.

15. Ob wir nun gleich den überaus künſtlichen Bau des Gehörs bisher betrachtet haben; ſo erlangen wir doch dadurch weiter nichts, als eine blos allgemeine Vorſtellung von der Art und Weiſe, nach welcher die Empfindungen hervor gebracht werden, wie auch von dem, was ein jedweder Theil des Gehörs zu dieſer Empfindung beyträgt, und dem beſondern Nutzen, welchen ein jedwedes leiſtet, wenn dieſe Empfindung überhaupt hervorgebracht werden ſoll. Nicht zu gedenken, daß noch immer Sachen genug übrig bleiben würden, wornach noch immer von neuem weiter gefragt werden kann, und die zu beantworten, übrig bleiben: wie wir ſolches aus den Inſtitutionen des gelehrten Boerhaave ſogar erſehen: welche daher nachgeleſen werden können.

16. Aus

unendlich kleine Raume bewegen; welche Bewegung aber ſo lange immer nach und nach abnimmt, bis ſie zuletzt ganz und gar aufhört. [CI.]

16. Aus dieſer Beſchreibung des Ohres lernen wir einige Schwürigkeiten auflöſen; wie z. E. woher es komme, daß die Taucher, wenn ſie unter der Glocke in die See herunter gelaſſen werden, einen Schmerz in den Ohren empfinden; warum einige Leute gemeiniglich das Maul weit aufſperren, wenn ſie mit rechter Aufmerkſamkeit zuhören wollen: und andere taub werden, wenn ihnen das Trommelfell zerriſſen, oder die euſtachiſche Röhre verſtopft iſt: wir es zugeht, daß wir mit beyden Ohren nur allemal einen Schall vernehmen: wie aber einige Leute z. E. den Tabacksrauch, welchen ſie in dem Munde haben, wieder durch die Ohren herausblaſen können? darauf läßt ſich aus der Urſache noch nicht antworten, weil man bisher noch keine Oefnung in dem Trommelfelle entdeckt hat; ob es gleich eben hierdurch ſo gut als erwieſen zu ſeyn ſcheint, daß in demſelben eine oder mehrere Oeffnungen ſind, ob wir ſie gleich mit den Augen nicht bemerken können.

[CI.] 1. Die Lehre vom Schalle iſt in der Weltweisheit diejenige, welche am meiſten verworren iſt; und vielleicht iſt ſie die einzige Materie, welche der allergrößte Gelehrte in ſeinen Principiis auf eine Art abgehandelt hat, die mit der Naturlehre und Mathematik nicht ſo genau übereinſtimmt, als es die Beſchaffenheit der Sache erfordert. Weswegen ich denn den Leſer auf die Auslegungen derer Herren Seur. und Jacquier, über die gedachten Principia weiſe; in welchen gezeiget wird, daß des Herrn Iſaac Newtons Hypotheſis die Bewegung der Theilgen durch ein federartiges flüßiges Weſen betreffend, irrig ſey; weswegen denn zugleich andere Mittel vorgeſchlagen ſind, durch welche die newtonſche Theorie vom Schalle, verbeſſert wird. Uebrigens muß ich hier eine Erklärung von ſolchen Erſcheinungen beybringen, welche zu der Sache vornehmlich gehören, und zugleich gar leicht verſtanden werden können.

Aus der Natur eines flüßigen Weſens erhellet übrigens ſo viel, daß, wenn ein Theilgen deſſelben in Bewegung geſetzt wird, es geſchehe auf eine Art, wie es wolle, an dieſer Bewegung auch

Tab. XXXII. Fig 4. 2. Es ſey demnach A B C ein federartiger Strick oder eine Saite, welche in den Punkten A und C, befeſtigt, aus ihrer natürlichen geradelinigten Lage A D C gezogen iſt, und die Lage A B C angenommen hat. Wenn nun eine ſolche Saite in dieſem Zuſtande, da ſie gedehnt iſt, wieder losgelaſſen wird; ſo begiebt ſie ſich, vermöge ihrer Federkraft, nicht nur wieder in ihre vorige Lage A D C, ſondern vermöge der Bewegung, die ſie vorher hatte, bis E, ſo, daß die Entfernung D E der Entfernung B D beynahe gleich iſt. Von da bewegt ſie ſich abermal, beynahe ſo weit wieder zurück bis B; welche Bewegung von B gegen E, und von dieſem Punkte gegen jenen, ſo oft wiederholt wird, bis die Saite endlich ganz und gar wieder ſtille ſteht: und eine jedwede Bewegung durch den Raum B E wird ein Schwung oder Vibration der Saite genennet.

3. Wenn nun dieſelbe von dem Punkte B anfängt, ſo ſchlägt ſie gegen dasjenige Theilgen der Luft, welches ihr bey B zu nächſt liegt, und dieſes ſetzt durch ſeine Annäherung gegen das ihm nächſt liegende Theilgen, dieſes ebenfalls in Bewegung, und zwar durch die zurücktreibende Kraft, vermöge welcher alle Theilgen gleich weit von einander bleiben müſſen; und ſo fort, durch eine ſo große Anzahl von Theilgen, als nur an dieſer Bewegung, wehrend der Zeit, da ſich die Saite von B nach D bewegt, Antheil nehmen können. Es ſtellen demnach die Buchſtaben A, B, C, D, E, F, G, u. ſ. f., eine ſolche Reihe von Lufttheilgen vor, welche von einander gleich weit entfernt ſind: und das erſte Theilgen A, welches an dem Mittelpunkte B einer ſolchen Saite liegt, werde von ihr wehrend ihrer Bewegung angeſchnellet.

4. Wird nun die Saite in Bewegung geſetzt, ſo bewegen ſich alle Theilgen A, B, C, u. ſ. f. ebenfalls weiter vorwerts; und weil dieſe Bewegung in einer gewiſſen Zeit fortgeſetzt wird, ſo ſey E das entfernteſte Theil-

auch alle übrigen nächſt demſelben liegenden Theilgen, rund um daſſelbe her, Antheil nehmen müſſen: weswegen denn dieſe mitgetheilte Bewegung immer weiter in einem Cirkel fortgeſetzt wird.

Mit-

Theilgen, welches wehrend der Zeit bewegt iſt, da ſich die Saite von B nach D bewegt; weil nun wehrend dieſer Zeit die Saite eine beſchleunigte Bewegung hat, ſo macht ſie auch, daß die Theilgen ſich ebenfalls mit einer beſchleunigten Geſchwindigkeit gegen einander bewegen; und da dieſe beſchleunigten Annäherungen bey A ihren Anfang nehmen, und ſich bis E erſtrecken, wehrend der Zeit nehmlich, da ſich die Saite von B nach D bewegt; ſo iſt die Entfernung AB nicht ſo groß, wie die Entfernung BC, dieſe kleiner wie CD, CD abermal kleiner wie DE, und die Entfernung EF wird nicht mehr verringert werden, wenn die Saite in die Lage ADC gekommen iſt; die Theilgen A, B, C, D, E, F u. ſ. f. aber werden alsdenn diejenige Lage gegen einander haben, welche in der 2ten Linie vorgeſtellt iſt.

5. Weil die Saite nunmehr aber in die Lage ADC gekommen iſt, ſo kann ſie keine fernere beſchleunigte Geſchwindigkeit mehr haben, ſondern ihre Geſchwindigkeit nimmt nunmehro ab, ſo wie ſie ſich von D nach E bewegt; weswegen denn die Veränderung ihrer Bewegung, auf die Theilgen der Luft, nachfolgende iſt. Die Theilgen bewegen ſich ſo lange vorwerts, bis die Saite nach E gekommen iſt, und das Theilgen A in ſeine Lage der 3ten Linie; weil aber die auf A würkende Kraft abzunehmen beginnet, als ſich die Saite von D bewegt; ſo wird nunmehro die Federkraft zwiſchen A und B, nach beiden Seiten, fortfahren, die Bewegung des Theilgens B zu beſchleunigen, die von A aber zu vermindern. Auf dieſe Weiſe wird die Entfernung BC immer ſo lange abnehmen, bis B zwiſchen A und C, und von dieſen beiden Punkten beynahe gleich weit entfernt iſt; die Bewegung von C aber wird immer ſo lange beſchleunigt, bis es zwiſchen A und C, und von dieſen beiden Punkten beynahe gleich weit; die Bewegung von C aber

im-

Mithin werden die Erſchütterungen des ſchallenden Körpers in die Runde um denjenigen Punkt her, immer weiter fortgeſetzt, wo der erſte Eindruck, Schlag oder Stoß geſchiehet. Dieſer Punkt aber iſt als der

immer ſo lange beſchleunigt, bis es zwiſchen B und C, und von dieſen beiden Punkten ebenfalls gleich weit entfernet iſt; u. ſ. f. ſo daß, wie die beſchleunigte Geſchwindigkeit vorwerts fortgeſetzet wird, die Entfernungen gegen F zu, immer abnehmen; und wehrend der Zeit, da die Saite in E gekommen iſt, ſind die Theilgen EF einander am nächſten. Da nun die Bewegung von A beſtändig abnimmt, ſo verliehrt ſie eben dasjenige wieder, was ſie vorher in eben der Zeit gewonnen hat; und iſt daher nunmehro von B beynahe eben ſo weit entfernt, als vorher. So, daß die Theilgen von A bis G diejenigen Lagen gegen einander haben, welche in der 3ten Reihe vorgeſtellt ſind.

6. Indem nunmehro die Saite von E wieder nach D zurück kommt, ſo geſtattet ſie der zurücktreibenden Kraft zwiſchen A und B, daß ſich dieſe beyden Punkte weiter von einander entfernen können, als ſie in ihrem natürlichen Zuſtande ſind, und welchen ſie gegenwärtig haben. Hierdurch aber nehmen alle übrigen Zwiſchenräume AC, CD, DE, EF u. ſ. f. zu, und werden immer nach und nach größer, als die natürliche Entfernung; der Ueberſchuß aber wird bey einer jedweden immer ſo lange geringer ſeyn, bis man nach FG kommt, welche der natürlichen Entfernung gegenwärtig zwiſchen A und E gleich iſt. Zu gleicher Zeit aber hält die Bewegung in allen Theilgen von H nach N an, ſie bewegen ſich alle vorwerts, und der gegenwärtig zuſammengezogene Raum zwiſchen H und I wird nunmehro ſo lange zwiſchen allen übrigen folgen, bis zu dem Theilgen N, da denn der Raum MN eben der ſeyn wird, wie gegenwärtig HI. Und dieſe Theilgens, außer N bis S, werden durch die vorhergegangenen, nach Proportion in eben ſolche Entfernungen geſetzt werden, obgleich umgekehrt, welche die zwiſchen G und N hatten: weswegen denn die ganze Reihe (indem

der Mittelpunkt von lauter concentriſchen hohlen Flächen oder Luftkugelſchalen anzuſehen, und welche nicht ohne Urſache deswegen die Luftſchläge oder Luftwellen genennet werden; weil
ſie

dem gegenwärtig die Saite in D iſt,) eben diejenigen Zwiſchenräumgen der Theilgen hat, welche denen in der 4ten Reihe gleich iſt.

7. Weil nun die Saite nicht in der Lage A D C bleibt, ſondern ſich weiter herunter mit einer verminderten Geſchwindigkeit bewegt, und in die Lage A B C kommt; ſo wird eben dadurch die Geſchwindigkeit des anliegenden Theilgens A, ebenfalls vermindert, und eben dadurch kleiner, als die Geſchwindigkeit des Theilgens B. Worauf denn die Entfernung zwiſchen ihnen vermindert wird, und zwar um deſto mehr, als die Saite näher an den Punkt B kommt. Aus dieſer Urſache werden alle diejenigen Zwiſchenräume, welche über ihren natürlichen Zuſtand ausgedehnt werden, nach und nach wieder enger; aber immer langſamer, bis man nach F kommt, wo nunmehro der gröſſeſte Zwiſchenraum zwiſchen A und B, zwiſchen F und G gefunden wird; der zwiſchen A und B aber hat alsdenn ſeine natürliche Weite wieder bekommen, wenn die Saite in dem Punkte B iſt. Alsdenn bekommen die Theilgen von G bis N eben die nehmliche Lage, welche die zwiſchen A und G jetzt haben; die von N bis S diejenige, welche wir eben zwiſchen G und N bemerkt haben; und von S vorwerts eben die, welche nunmehro vor dem Theilgen N iſt: denn der Punkt S iſt jetzt der Mittelpunkt der Verdickung. Wie ſolches alles aus der 5ten Reihe deutlich erhellet.

8. Diejenige Verdickung alſo, welche bey A ihren Anfang nahm, und zwar bey dem 1ſten Theile des Schwunges, wurde bis G durch den 2ten fortgeſetzt, von da bis N aber durch den 3ten, und zuletzt bis S durch den 4ten Theil der ganzen Bewegung der Saite indem ſie ſich vor- und rückwerts bewegte. Und dieſen Raum voll Luft, welcher auf die erwehnte Art von der vor- und rückwerts ſchwingenden Saite in Bewegung geſetzt wird, nennt der Herr Iſaac Newton einen

ſie mit den Wellen, die um einem Punkte auf der Oberfläche des Waſſers entſtehen, wenn daſſelbe in Bewegung geſetzt iſt, es ſey auf eine Art oder in einer Richtung geſchehen, nach welcher man wolle, eine große Aehnlichkeit haben. [CII.]

Dieſe

nen Luftſchlag oder eine Luftwelle. In welcher Welle die Theilgen von A bis N in einem ausgebreiteten Zuſtande ſind, von N bis H aber in einem zuſammengezogenen oder verdickten; welche beyden Theile der Welle denen hohlen und erhabenen runden Theilen ähnlich, das iſt, bald hoch, bald niedrig ſind, wie wir ſie an den Waſſerwellen bemerken.

9. So wie nun die Saite einen andern Schwung zu machen beginnet, ſo fährt ſie fort, die Luft ferner in Bewegung zu ſetzen, in welcher ſie nicht nur ohnedem ſchon iſt, ſondern ſie verbreitet die Schläge gegen die Luft noch weiter, und zwar in eben der Stärke, wie vorher; und dieſes geſchieht nach einem jedweden Schwunge der Saite, den ſie vollendet hat. Weil nun die Luft ein flüßiger Körper iſt, und durch einigen Eindruck, welcher auf einen ihrer Theile gemacht iſt, die übrigen alle rund um ſie her in Bewegung ſetzt; ſo iſt klar, daß dieſe Schläge nach einer jedweden Richtung, in concentriſchen Kugelſchaalen, rund umher, oder in lauter hohlen kugelförmigen Luftwellen, fortgeſetzt werden.

Tab. XXXII. Fig. 6. 7. [CII.] 1. Herr Iſaac Newton erklärt die Bewegung der Waſſerwellen auf folgende Art. Es bedeute AB und CD die Oberfläche des in den aufrechten Schenkeln, KL, MN, einer gekrümmten Röhre ſtillſtehenden Waſſers. Wenn nun das Waſſer in Bewegung geſetzt wird, und in dem Schenkel KL bis EF in die Höhe ſteigt, ſo tritt es in dem andern Schenkel MN ſo weit herunter, daß EF = GH iſt. Ferner ſey PV ein in der Cycloide RPS ſchwingendes Pendel; ſeine Länge VP von dem Mittelpunkte, wo es aufgehängt iſt, bis zum Schwingepunkte, der halben Länge des Waſſers in der Röhre gleich; P aber ſey der niedrigſte Punkt, und PQ ein Bogen der Cycloide, welcher der Höhe AE gleich iſt.

2. So

Dieſe Schläge der Luftwellen haben nachfolgende Eigenſchaften.

I. Werden ſie rund um den ſchallenden Körper in einer kugelförmigen und wellenartigen Geſtalt verbreitet, wie wir oben geſagt haben; und dieſes nicht nur von dem zitternden Körper, ſondern auch von den Löchern, welche ſich in den Widerſtänden befinden, auf welche ſie treffen. Woher es denn kommt, daß ein und eben derſelbe Schall von mehrern Perſonen gehört werden kann, welche in verſchiedenen Gegenden um den ſchallenden Körper ſtehen; wenn ſie anders nicht gar zu weit entfernt ſind.

II. Die

2. So iſt die Kraft, mit welcher das Waſſer wechſelsweiſe geſchwinder und langſamer in ſeiner Bewegung in der Röhre auf und nieder ſteigt, der Ueberſchuß des Gewichts des Waſſers in einem von beyden Schenkeln, über das Gewicht in dem andern. Wenn es alſo in dem Schenkel KL bis EF ſteigt, in dem anderm aber bis IH herunter tritt; ſo iſt die Kraft dem Gewichte der beyden gleich großen Mengen des Waſſers gleich, oder AEFB + CGHD = 2AEFB; mithin verhält es ſich zu dem Gewichte des ganzen Waſſers, wie EA zu VP oder PQ zu PR; weil die halbe Cycloide PR der Länge des Pendels gleich iſt, welches ſie beſchreibt: wie ſolches aus der Natur dieſer krummen Linie bekannt iſt.

3. Auch verhält ſich diejenige Kraft, vermöge welcher die Bewegung des Gewichts P in einem Punkte der Cycloide Q, entweder beſchleunigt, oder aufgehalten wird, zu ſeinem ganzen Gewichte, wie die Entfernung PQ von dem niedrigſten Punkte P, zu der Länge der halben Cycloide PR. Mithin verhalten ſich die bewegenden Kräfte des Waſſers und Pendels, welche die Räume AE und PQ beſchreiben, wie die zu bewegenden Gewichte. Iſt nun das Waſſer und Pendel anfänglich in Ruhe, ſo werden ſie die Kräfte in gleichen Zeiten auf glei-

II. Die Dichtigkeit dieſer Luftſchläge nimmt in eben der Verhältniß ab, wie die Quadrate der Entfernungen von dem ſchallenden Körper zunehmen: denn weil die Bewegung in jeder Kugelſchale gleich iſt; ſo muß ſie nothwendig in eben der Verhältniß abnehmen, wie die Anzahl der Theilgen an einer jeden von dieſen Schalen zunimmt. Dieſe Anzahl der Theilgen aber verhält ſich wie die Fläche der Kugelſchale, und dieſe wie die Quadrate der Durchmeſſer oder Halbmeſſer der Kugel, das iſt, wie die Entfernung von dem ſchallenden Körper. Hieraus iſt die Eintheilung zwiſchen einem lauten und leiſen, oder ſtarken und ſchwachen Schalle entſtanden; nachdem wir nehmlich dem ſchallen-

gleiche Weiſe bewegen und machen, daß ſie, vermöge einer wechſelsweiſigen Bewegung vor- und rückwerts gehen. Welches alles man leicht aus demjenigen herleiten kann, was wir von der Natur der Cycloide, der Bewegung ſchwerer Körper, und den Kräften der ſich bewegenden Körper, im Vorhergehenden geſagt haben.

4. Hieraus folgt, daß, die Entfernung AE mag groß oder klein ſeyn, ſich die Wellen des Waſſers allerſeits in gleichen Zeiten bewegen. Auch folgt hieraus ferner, daß, wenn die ganze Länge des Waſſers 78,4 Zolle iſt, eine jedwede Bewegung der Welle, entweder das Auf- oder Niederſteigen des Waſſers, in Zeit von einer Secunde geſchehe, weil ein Pendel, welches halb ſo lang iſt, in eben dieſer Zeit einen Schwung macht. Endlich, wenn die Länge des Waſſercanals vermehrt oder vermindert wird, ſo wird eben dadurch die Zeit eines jedweden Schwunges, in der umgekehrten quadratiſchen Verhältniß der Länge vermindert oder vermehrt.

Tab. XXXII. Fig. 8. 5. Wenn wir nun die Natur der Wellen in dem Waſſer betrachten, ſo finden wir, daß dieſelben mit der Bewegung des Waſſers in der vorerwehnten Röhre ziemlich

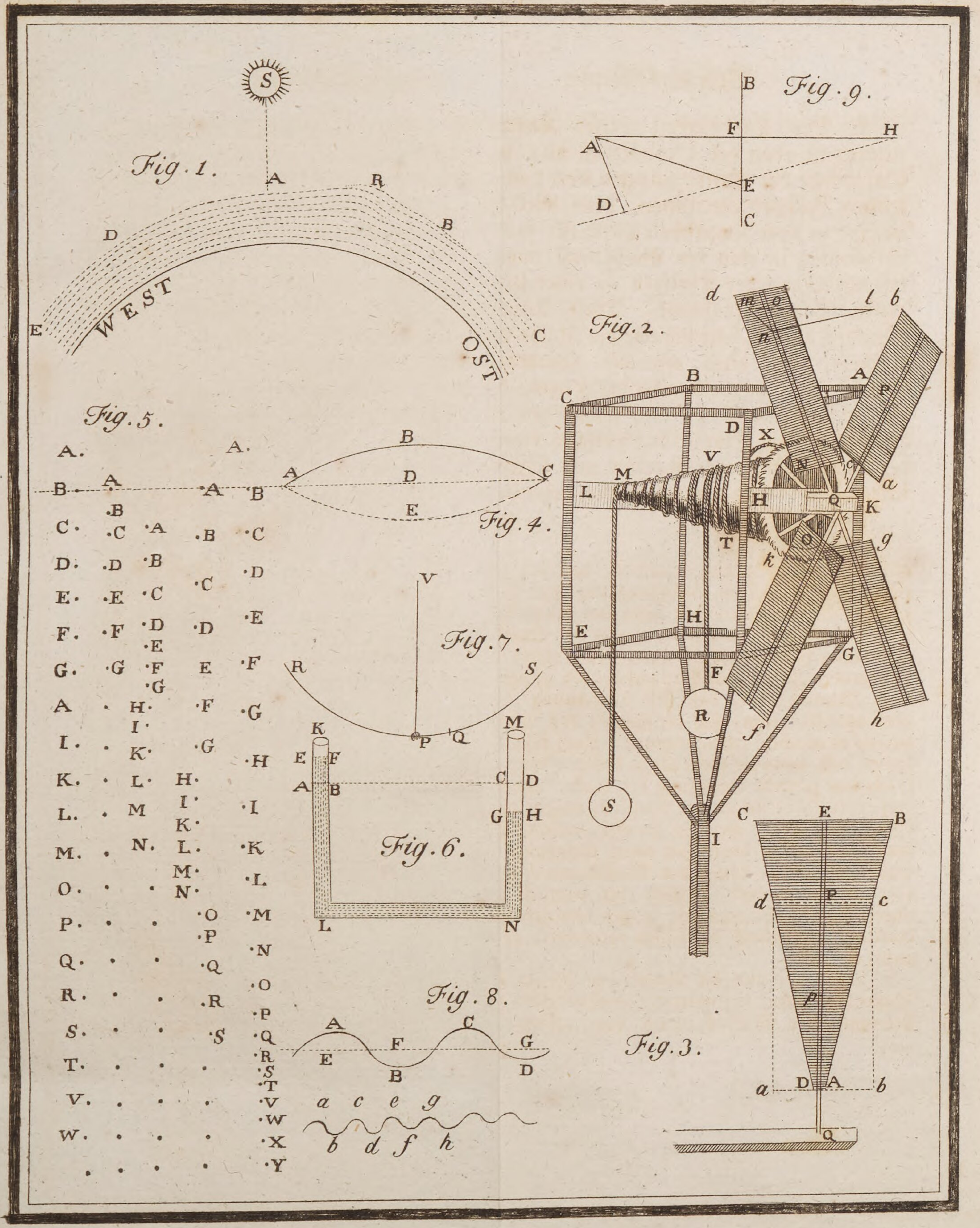


Fig. 1.
WEST
OST
Fig. 9.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 8.
Fig. 3.
a c e g
b d f h

ſchallenden Körper näher oder weiter von ihm entfernet ſeyn. Die äußerſte Entfernung aber, wie
weit

ziemlich genau übereinkommt. Mithin iſt auch ihre Bewegung, der Bewegung des Pendels ähnlich. Denn es ſtelle EFG die Oberfläche des Waſſers vor, wenn es in keine ſolche Bewegung geſetzt iſt, daß es Wellen werfen kann; wenn es aber auf dieſe Art bewegt iſt, ſo bedeute ABCD die wellenförmige Geſtalt ſeiner Oberfläche; A, C die höchſten Theile der Wellen; und B, D die unterſten oder hohlen Theile, ſo iſt klar, daß das Gewicht des Waſſers bey A über das bey FG machen wird, daß es ſoweit bis B unter den Waſſerſtand ſteigt; da es denn mit eben der Bewegung, die es durch dieſen Fall erlangt hat, wieder eben ſo hoch bis C ſteigt, und auf der Oberfläche des Waſſers, auf eben die Art beſtändig Wellen erregt, als wir ſolches bey der Röhre eben vorher gewieſen haben.

6. Hieraus folgt alſo, daß, weil die Länge des ganzen Waſſers, welches bewegt werden muß, ſich von dem höchſten Punkte A bis zum niedrigſten B erſtreckt, wenn nehmlich die Länge des Pendels ein $\frac{1}{2}$ AB iſt, dieſes Pendel, wehrend der Zeit ſeinen Schwung verrichtet, binnen welcher das Waſſer von A nach B herunter fällt. In einem andern Schwunge aber ſteigt es wieder in eben der Zeit oder doch beynahe ſo hoch hinauf, als es gefallen iſt, und ſo fort. So, daß ſich das Waſſer durch die ganze Länge in einer Zeit von zwo Schwingen bewegt; und mithin in der Zeit von einem Schwunge des Pendels 4mal ſo weit, oder durch eine Strecke von ABC.

7. Weil nun ABC bey großen und breiten Wellen, beynahe der Breite AC gleich iſt; ſo werden ſie auch ihre Bewegungen, wenn die Wellen 39,2 Zolle breit ſind, ihre Schwinge in einer Secunde verrichten. Da aber die Zeiten aller Schwinge, oder einzelner wellenförmiger Bewegungen einander gleich ſind; ſo kommt 39,2 $\times$ 60 = 2352 Zolle, oder 196 Fuß, welche wehrend einer Minute von der Welle durchgelaufen ſind: welches 11760 Fuß in einer Stunde beträgt. Daher nimmt die Geſchwindigkeit der größern

weit man einen Schall noch hören kann, iſt ohngefehr 180 bis 200 Meilen. [CIII.]

III. Alle

oder kleinern Wellen in eben der Verhältniß entweder zu oder ab, wie die Quadratwurzeln aus ihren Breiten; das iſt, wenn V = der Geſchwindigkeit der gröſſern Welle ABCD iſt, und v = der Geſchwindigkeit der kleinern Wellen a, b, c, d, e, f, und ſo fort, ſo $V : v = \sqrt{(AC)} : \sqrt{(ac)}$, weil die Geſchwindigkeiten und Zeiten der nach Art der Schwere bewegten Körper, ſich wie die Quadratwurzeln aus den Perpendicularhöhen verhalten, durch welche ſie gefallen ſind; dieſe Höhen aber wie die Höhen der Pendeln, und mithin wie die Breite der Wellen.

Tab. XXXIII. Fig. 4. [CIII.] 1. Es ſey demnach ABC der ſchallende Körper; ſo wird derſelbe, vermöge der zitternden Bewegung ſeiner Theile, alle diejenigen Lufttheilgen in Bewegung ſetzen, welche allenthalben um dem Punkte A liegen, wo denn die Luft auf eine gewiſſe kurze Strecke verdickt wird, und auf eben die Weiſe einen Wellenſchlag formirt, wie wir ſolches in den Noten zu CI. ausführlich bewieſen haben. Die erſte Welle oder Schlag, wird, vermöge der Federkraft, eine zweyte verurſachen, indem ſie ſich ausdehnt, dieſe zweyte eine dritte, und ſo fort; bis die eingedruckte Bewegung durch einen ſo großen Raum der Luft verbreitet iſt, daß ſie nicht weiter bemerkt werden kann.

2. Die Größe der Bewegung, welche durch ihre Erſchütterung des ſchallenden Körpers hervor gebracht wird, verbreitet ſich noch durch größere Theile der Luft, deren Theil mit jeglichem Theilgen, beſtändig abnimmt. Dieſe Verminderung der Bewegung verhält ſich wie die Anzahl der Theilgen, und dieſe wie die Fläche der Kugelſchale. Weil nun dieſe Flächen, wie die Quadrate der Durchmeſſer oder Halbmeſſer ſind; ſo verhält ſich die Kraft in den Theilgen der Welle bey D zu den in den Theilgen der Schale bey F, wie $(AF)^2$ zu $(AD)^2$; das iſt, die Kraft des Schalles nimmt in eben der Verhältniß ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen.

3. Ferner

III. Alle Schläge dieſer wellenförmigen Bewegung, ſie ſeyn dichter oder dünner, geſchehen mit gleicher Geſchwindigkeit. Dieſes hat Herr Iſaac Newton a priori bewieſen, wie auch, daß dieſe Geſchwindigkeit ohngefehr 1142 Fuß einer Secunde beträgt; welches mit denjenigen Verſuchen ungemein genau übereinkommt, welche der Ehrwürdige Herr Derham nicht nur mit möglichſter Sorgfalt angeſtellet, ſondern auch zu mehrern malen wiederholet hat. Die Geſchwindigkeit des Schalles iſt daher beynahe 13mal ſo groß, als die Geſchwindigkeit des Windes: und weil ſie mit der Federkraft der Luft nothwendig zunehmen muß; ſo iſt ſie im Sommer, wenn die Luft am meiſten erhitzt iſt, am ſtärkſten; und ſo umgekehrt im Winter am ſchwächſten, wenn die Luft am dickſten iſt: (auch kommt es darauf an, wie die Bewegung des Windes den Schall entweder befördert, oder demſelben entgegen iſt; da denn die Geſchwindigkeit deſſelben entweder um etwas vermehret oder vermindert wird, ob es gleich in den Verſuchen nicht gar merklich iſt.

IV. Der Zwiſchenraum oder die Entfernung der Schläge von einander, iſt unter allen denen gleich, welche von einem Stoße oder Schlage herrühren: weil ein jedweder Schwung der wellenförmigen Bewegung

 von

3. Ferner iſt klar, daß ſich die Entfernung, in welcher man einen Schall hören kann, wie die Stärke oder Größe des Stoßes oder Schlages verhalte, welcher dem ſchallenden Körper eingedruckt iſt: denn je ſtärker dieſer Schlag iſt, deſto ſtärker iſt auch die Bewegung der Theilgen des ſchallenden Körpers, und mithin

von einem jedweden einzelnen Schwunge des fallenden Körpers herrührt, und ſie ſich alle mit gleicher und einförmiger Geſchwindigkeit bewegen; ſo iſt offenbar, daß ſie in ſolchen Zwiſchenraumen aufeinander folgen müſſen, welche ſich wie die Zeiten der Schwünge verhalten. Nun ſind aber die Zeiten der Schwünge eben deſſelben Körpers einander alle gleich; mithin die Zwiſchenräume zwiſchen den Schlägen ebenfalls. [CIV.]

V. Die

hin die Kraft, mit welcher ſie gegen die Luft ſchlagen, ebenfalls. Je größer endlich eben die Kraft iſt, welche gegen die Luft würket, deſto ſtärkr wird ſie auch zuſammen gedruckt und auseinander gebreitet. Mithin iſt auch der Stoß in einer beſtimmten Weite, auf die Trommel in dem Ohre ebenfalls deſto ſtärker ſeyn; und die Entfernung, in welcher dieſe Würkung der Luft noch empfunden werden kann, gleichfalls.

4. Uebrigens hat man viele Verſuche angeſtellt, aus welchen man gefunden, daß der Schall, auf eine Entfernung von 30, 60 bis 80 Meilen gehöret werden kann. Der Herr D. Hearn, Phyſicus des Königs in Schweden, erzehlt uns, daß die Beſchießung von Holm im 1658ſten Jahre in einer Entfernung von 30 ſchwediſchen Meilen gehört worden ſey, welche 180 der unſrigen betragen. Und in dem Seetreffen zwiſchen Engeland und Holland 1612, hat man das Krachen der Canonen ſogar in Wales gehört, welches nicht unter 200 Meilen ſeyn kann.

[CIV.] 1. Herr Iſaac Newton und andere Mathematiker haben erwieſen, (obgleich auf eine Art, die hier zu weitläuftig und zu ſchwer iſt, als daß wir ſie wiederhohlen könnten.) daß, wenn ein Pendel gemacht würde, deſſen Länge der Höhe der Atmoſphäre von eben der Art gleich und deren Dichtigkeit, der Dichtigkeit der Luft über der Oberfläche der Erde gleich iſt, alsdenn in eben der Zeit, in welcher das Pendel einen Schwung vor- und rückwerts macht, eine Luftwelle ſich durch einen Raum bewege, welcher dem Umfange

V. Die Schläge der Luftwellen werden in großer Menge von verſchiedenen Körpern fortgepflanzt, ohne daß daher eine Verwirrung entſteht; wie ſolches aus einer

fange eines Cirkels gleichet, der mit einem Halbmeſſer von der Länge des Pendels beſchrieben iſt.

2. Wehrend der Zeit alſo, da das Pendel einen halben Schwung oder nur eine einzige Vibration vor- oder rückwerts macht, ſo bewegt ſich der Schlag der Welle durch einem Raum, welcher dem halben Umfange des Cirkels gleich iſt. Mithin verhält ſich der durch den Schlag in Zeit von einem einfachen Schwunge durchgelaufene Raum zu der Länge des Pendels, wie der halbe Cirkelkreis zu dem Halbmeſſer, oder wie der ganze Umkreis des Cirkels zu ſeinem Durchmeſſer, das iſt, wie 3,14159, zu 1. Nun iſt aber die Länge eines ſolchen Pendels 30100 Fuß, (wie wir an einem andern Orte bewieſen haben,) wofür aber Herr Newton 29725 Fuß annimmt, und welchem wir hier ebenfalls folgen. Der Kreis eines Cirkels aber, deſſen Halbmeſſer 29725 beträgt, iſt 186768. Wovon die Hälfte 93384 = demjenigen Raume iſt, welchen ein Schlag, wehrend einem einzelnen Schwunge, durchläuft. Weil aber ein Pendel von 39,2, Zollen ſeinen Schwung in einer Secunde verrichtet, und die Zeiten der Schwünge der Pendeln von ungleicher Länge, ſich wie die Quadratwurzeln aus ihren Längen verhalten; ſo folgt, weil 29725 Fuß, 356700 Zolle betragen, wir nur auf folgende Art rechnen dürfen: $\sqrt{(39{,}2)} : \sqrt{(356700)} = 1 : 95\frac{3}{8}$ Secunden. In dieſer Zeit aber bewegt ſich der Schlag der Welle durch 93384 Fuß. Mithin rechnen wir: $95\frac{3}{8} : 93384 = 1 : 979$ Fuß = demjenigen Raume, welcher wehrend dem Schwunge eines Secundenpendels durchgelaufen iſt.

3. Dieſes würde alſo die Geſchwindigkeit der Schläge ſeyn, wenn die Lufttheilgen ſo klein wären, daß ihre Größe in keine merkliche Betrachtung gegen die zwiſchen ihnen befindlichen Raume kommen könnte; und über dieſes die Luft mit ganz und gar keinen fremden Theil-

vollſtimmigen Muſik erhellet, in welcher mancherley Töne die bald hoch bald tief ſind, auf eine verſchiedene Art zugleich in das Ohr fallen, und dem ohngeachtet ſowohl verſtändlich bleiben, als eine angenehme Zuſammenſtimmung gewehren.

VI. Die

gen vermiſcht, ſondern vollkommen rein wäre, wovon aber keins von beyden ſo iſt: denn die Theilgen der Luft ſind ſo grob, daß ſie eben ſo wenig durch die Zwiſchenräumgen des Glaſes dringen, als das Waſſer; und Herr Newton nimmt ſie gar von eben der Größe an, welche die Theilgen des Waſſers oder Salzes haben. Iſt nun dieſem alſo, ſo ſey D = dem Durchmeſſer dieſer Theilgen, S = dem Raume zwiſchen ihnen; mithin $S+D$ = der Entfernung des Mittelpunkts dieſer Theilgen. Und alsdenn ſey N = der Anzahl der Theilgen, welche ſich in der Seite eines Cubickwürfels von Luft befinden; ſo iſt $NS+ND$ = der Seite des Würfels.

4. Ferner ſey M = der Zahl der Waſſertheilgen, in der Seite eines Würfels, welcher in ſeine ſechs gleiche Quadrate eingetheilet iſt, und MD = der Seite des Waſſerwürfels; ſo iſt $NS+ND=MD$. Wenn ſich alsdenn die Dichtigkeit der Luft zu der Dichtigkeit des Waſſers wie 1 zu A verhält, ſo haben wir $1:A=N^3:M^3$; weswegen denn $1:A^{\frac{1}{3}} = N:M$; folglich iſt $M=NA^{\frac{1}{3}}$. Weil nun $NS+ND=MD=NDA^{\frac{1}{3}}$, ſo iſt $S+D=DA^{\frac{1}{3}}$, und $S = D \times \overline{A^{\frac{1}{3}}-1}$; mithin $D:S = 1:A^{\frac{1}{3}}-1$; folglich $D:S \times D = 1:A^{\frac{1}{3}}$.

5. Iſt alſo $A = 860$, wie wir gezeigt haben, ſo iſt $A^{\frac{1}{3}} = 9\frac{1}{2}$ beynahe; ſetzen wir aber $A = 1000$, ſo iſt $A^{\frac{1}{3}} = 10$. Mithin $D:S+D = 1:9$, oder wie 1 zu 10; weswegen ſich der Durchmeſſer eines Lufttheilgens in dieſen Falle zu dem Raume zwiſchen den Theilgens wie 1 zu 8 oder 9 verhält. Weil nun die Bewegung durch die feſten Theilgen der Luft in einem Augenbli-

VI. Die Lufttheilgen, und mithin die Luftſchläge, Schwünge oder Luftwellen zugleich, prallen allemal unter eben dem Winkel wieder ab, unter welchem ſie einfallen,

Z 4 wenn

genblicke geſchiehet, und ſie $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{9}$ des ganzen Raums von 979 Fuß ausmacht, welcher von dem Schlage in einer Secunde durchgelaufen wird; ſo müſſen wir noch $\frac{979}{9}$ oder 109 Fuß zu der vorigen Summe addiren; ſo iſt 979+9=1088 Fuß die Geſchwindigkeit des Schalles in einer Secunde.

6. Weil aber die Luftkugel nicht aus lauter reiner Luft beſteht, ſondern mit Dünſten vermiſchet iſt, die eine verſchiedeue Federkraft oder Ton haben; ſo werden dieſe Dünſte an der Bewegung der reinen Luft, durch welche der Schall fortgepflanzt wird, keinen Antheil nehmen, auf eben die Weiſe, wie ein alaſtiſcher Strick, oder eine Saite, wenn ſie geſchnellet wird, die andere nicht in Bewegung ſetzt, welche ihr ſehr nahe iſt; wo nicht beyde gleich ſtark geſpannet ſind, oder einen und eben denſelben Ton haben. Mithin muß die Menge der Luft, welche den Schall hervorbringt, in eben der Verhältniß zu der Quantität in einem gewiſſen Raume vermindert werden; da denn Herr Newton annimmt, daß ſich die Luft zu dem Dunſte wie zu 1 zu 10 verhalte. Weswegen denn die Luft und der Dunſt zuſammen genommen, ſich in einem gegebenen Raume, zu der reinen Luft wie 11 zu 10 verhält.

7. Die Geſchwindigkeit eines Schlages aber, nimmt in der Verhältniß der Quadratwurzeln der verminderten Menge der Materie zu, das iſt, wie die umgekehrte Verhältniß der Quadratwurzeln aus 11 und 10 oder auch in der Verhältnis wie 21 zu 20 wie ſolches Herr Newton (in ſeinem *Princip. Prop.* 48. *lib.* II. erwieſen hat. Wenn wir alſo rechnen, 20:21 = 1088:1142; ſo iſt die würkliche Geſchwindigkeit des Schalles auf dieſe Weiſe, aus der Natur der federartigen Luft von unſerm großen Verfaſſer endlich

ſo

wenn ſie auf einen Gegenſtand treffen; eben ſo, wie wir dieſe Eigenſchaft bey den Lichtſtrahlen bemerken. Wenn wir daher vernehmen, daß ein Schall wiederholet wird; ſo geſchieht die-

ſes

ſo gefunden, daß ſich derſelbe, in Zeit von einer Secunde, durch 1142 Fuß bewegt.

8. Die Wahrheit und Genauigkeit dieſer vortreffliche Theorie iſt durch Verſuche zur Gnüge beſtätigt; beſonders durch die, welche der Herr Derham angeſtellt hat, wovon ich ſogleich nähere Nachricht geben werde; zuerſt aber muß ich dem Leſer einige Verhältniſſe vorlegen, in welcher verſchiedene vornehme Weltweiſen die Geſchwindigkeit des Schalles alſo gefunden haben, wie ſie aus nachfolgender Tabelle erhellet.

Nach dem Herrn Roberts	1300 Fuß in 1 Secunde.
— — — Boyle	1200 — — — —
— — — Walker	1338 — — — —
— — — Merſennus	1474 — — — —
— der Akademie zu Florenz	1148 — — — —
— der königl. Akadem. zu Paris	1172 — — — —
— Herrn Newton, Flamſtead, — — Halley und Darham	1142 — — — —

9. Uebrigens hat wohl niemand eine beſſere Gelegenheit gehabt, mithin dieſe Materie mit größerm Fleiße und Genauigkeit auszubeſſern, und die Geſchwindigkeit der Bewegung des Schalles, aus mancher Begebenheit des Schalles, genauer zu beſtimmen, als der letzte unter den vorhergehenden vornehmen Weltweiſen. Denn er hat ſeine Verhältniſſe mit Verſuchen vermittelſt eines Schlages mit einem Hammer und dem Abfeuern des Canons zu gleicher Zeit bewieſen. Beyde Schalle hat er in der Entfernung von einer Meile erreget, und gefunden, daß die Geſchwindigkeit des von beyden Körpern erregten Schalles, gleich ſey, oder derſelbe zu eben der Zeit zu dem Ohre gelange.

10. Daß aber die Bewegung des Schalles beſtändig gleich und einförmig ſey, oder ſich die Bewegung durch die Raume wie die Zeiten verhalte, hat er aus mehrern

ſes durch den geraden Schlag der Luft, vermittelſt derjenigen Theilgen, welche zurück oder von der Seite gebogen werden; und dieſes iſt dasjenige, was wir den **Wiederſchall** oder das **Echo** nennen.

Z 5 Der

mehrern Verſuchen gefunden, indem er in verſchiedenen Entfernungen Canonen hat abfeuern laſſen: wie ſolches aus nachfolgender Tabelle erhellet, die wir von ihm haben. In deren erſten Columne die Oerter benennet ſind, wo er die Canonen abfeuern ließ; in der andern die Schwünge des halben Secundenpendels; in der dritten die Entfernungen der Oerter in Meilen und deren Decimaltheilen, wie ſie durch trigonometriſche Rechnungen gefunden ſind; in der vierten endlich die gemeſſenen Entfernungen der Geſchwindigkeit des Schalles, welcher denn $9\frac{1}{4}$ halbe Secunden vor jegliche Meile gefunden iſt.

Bey der Kirche zu Hornchurch	9	0,9875	
= = = = Nord Okendon	$18\frac{1}{2}$	2,004	2,000
= = Mühle zu Upminſter	$22\frac{1}{2}$ / 23	2,4	2,4 / 2,48
= = Kirche = klein Warley	$27\frac{1}{2}$	3,0	2,97
= = = = Rainham	$33\frac{1}{4}$	3,58	3,59
= = Mühle = Alvell	33	3,58	3,57
= = = = Dagenham	35	5,85	3,78
= = Kirche = South Weal	45	4,59	4,86
= = = Oſt Thorndon	$46\frac{1}{2}$	5,09	5,03
= = = = Barking	$70\frac{1}{2}$	7,7	7,62
Canonen = Blackheath	116	12,5	12,55.

11. Die ausnehmende Genauigkeit, die Abmeſſung der Entfernungen, vermittelſt des Schalles, betreffend, erhellet aus der vorhergehenden Tabelle eben ſowohl, als die Einförmigkeit der Bewegung. Damit aber dieſe Materie, um deſto mehr außer Streit geſetzt, und nichts darwider eingewendet werden möchte, ſo that Herr Darham eine Reiſe in die ſandigten Gegenden von Foulnes, an den Küſten von Eſſex, wo er eine ſchöne

Der Ort des Schalls iſt alſo da, wo ſich die Lufttheilgen zuerſt in Geſtalt der Wellen zu verbreiten beginnen. Wenn daher jemand in das eine Ende einer Röhre oder Sprachrohrs hinein redet, ſo kann es der andere leicht hören, wenn er an das andere Ende derſelben das Ohr hält, und

ſchöne Ebene von einigen Meilen fand, gethan. Hier ließ er eine Strecke von 6 Meilen in gerader Linie abmeſſen, an dem Ende einer jedweden Meile ein Canon abfeuern, und fand, daß ſeine vorher angeſtellten Beobachtungen ſehr genau zutrafen, und ſich der Schall von der erſten Meile in $1\frac{1}{4}$ halben Secunden, von 2 Meilen in $18\frac{1}{2}$ Secunden, von 3 Meilen in $27\frac{3}{4}$ Secunden u. ſ. f. in eben der Verhältniß bis 6 Meilen bewegte.

12. Die Academie del Cimento ſtellte ebenfalls Verſuche von dieſer Art an, nnd ſchloß aus denſelben, daß die Geſchwindigkeit des Schalles in ſo fern gleich ſey, daß er ſo wenig beſchleunigt, wenn er ſich mit dem Winde bewegte, als aufgefallen würde, wenn ihm der Wind entgegen wäre; allein ſie haben ſich hierinne eben ſowohl wie viele andere geirret; welches daher kam, daß ſie ihre Canonen in einer gar zu kurzen Strecke abfeuerten: denn in großen Entfernungen iſt der Unterſcheid merklich; wie ſolches aus nachfolgender Tabelle von verſchiedenen Verſuchen erhellet, welche Herr Darham mit Canonen angeſtellet hat, die er zu Blackheath in einer Entfernnng 13 Meilen von ſeinem Hauſe zu Upminſter, hat abfeuern laſſen.

Tab.

und ſo wie es bey dem Lichte geſchiehet, daß wir das Bild von einem Gegenſtande jederzeit in der

Tag.	Stunde.	Schwänge.	Wind.
1704 d. 13. Febr.	6 bis 12 N.	110 / 122	— N. O. gen O. 1.
— ⸗ 21.	— 11½ M. —	119	— O. 2.
1705 ⸗ 30. März	10. M. —	113	— S. W. 7.
— ⸗ 2. April	8½ n. M. —	114½	— S. gen W. 1.
— ⸗ 3.	— 10. M. —	116½	— S. 4.
— ⸗ 5.	— 1. n. M. —	111	— S. W. gen W. 7.
— ⸗ 13.	— 8½. M. —	120	— N. gen O. 2.
— ⸗ 24.	— 5. n. M. —	116	— S. W. gen W. 0.
— ⸗ 11. Sept.	6½ n. M. —	115	— W. 1.
	7	115½	— W. gen N. 2.
— ⸗ 29.	— 10½ M. —	112	— S. S. W. 6.
— ⸗ 6. Oct.	10 M. —	117	— O. S. O. 1, 2.
— ⸗ 30. Nov.	Mittags. —	115	— S. S. W. 4.
— ⸗ 15. Febr.	11 M. —	116	— S. gen W. 1.
1706 ⸗ 19. Novb.	11½. M. —	116	— S. W. 0.
	Mittags —	118	— S. W. gen S. 1.
— ⸗ 7. Febr.	Mittags —	113	— S. W. gen W. 4.

13. In der 1ſten Columne dieſer Tabelle bedeutet N. Nacht, M. Morgen oder die Vormittagszeit, n. M. Nachmittag. Ferner deuten die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, welche den Gegenden in der dritten Columne angehängt ſind, woher der Wind bläſt, die verſchiedenen Grade der Stärke an, mit welcher der Wind zu der Zeit geweht hat, als die Verſuche angeſtellet ſind. Aus dieſer Tabelle nun wird man leicht bemerken, daß in einer ſo großen Strecke von beynahe 13 Meilen die Geſchwindigkeit des Schalles, durch den Wind merklich verändert worden iſt: denn weil Blackheath beynahe S. W. gen. W. von Upminſter liegt; ſo ſehen wir daraus, daß der Verſuch vom 5ten April 1705, da der Wind am ſtärkſten war, und ſich mit dem Schalle nach einer Strecke bewegte, in 111 Secunden gekommen iſt; dahingegen den

der Strecke von einem zurückprallenden Strahle erblicken; ſo hat es auch mit dem Wiederſchalle eben die Bewandtniß, indem wir jemanden an dem

den 13ten Febr. 1704 als er ihm genau entgegen gewehet, ob er gleich nicht ſtark war, 120 bis 122 halbe Secunden gebraucht hat, ſich durch eben dieſe Strecke zu bewegen. Eben dieſes erhellet auch aus dem Verſuche von 13ten April 1705.

14. Ueber dieſes iſt noch zu merken, daß die Beſchleunigung des Schalles, auch von der Stärke des Windes mit abhänget. Denn den 24ten April 1705, als der Wind S. W. gen. W. und gar nicht ſtark war, ſo kam der Schall in 116 halben Secunden; als aber eben dieſer Wind den 4ten Febr. 1706, 4 mal ſo ſtark wehete, ſo brachte er den Schall in 113 halben Secunden durch eben die Strecke; und den 5ten April 1705, als eben derſelbe 7 Grade ſtark war, ſo kam der Schall in 111 halben Secunden. Diejenigen Winde aber, welche dem Schalle in die Queere kamen, wie z. E. den 3ten April und 15ten Febr. 1705, ſcheinen keinen Einfluß in die Geſchwindigkeit des Schalles gehabt zu haben: denn er kam in 116 halben Secunden, welches die mittlere Geſchwindigkeit deſſelben iſt, wie ſolches aus der vorhergehenden Tabelle N. 10 erhellet.

15. Der größeſte Unterſcheid, welchen wir hier in der Geſchwindigkeit des Schalles mit, oder gegen denſelben, bemerken, beträgt 10 oder 11 halbe, oder $5\frac{1}{2}$ ganze Secunden; weswegen denn $1142 \times 5{,}5 = 6281$ Fuß, welches etwas über eine Meile iſt, die 5280 Fuß hat; mithin rechnen wir vor jegliche 10 Meilen $\frac{1}{2}$ Meile, oder 2640 Fuß, wenn der Wind dem Schalle, am allerſtärkſten genau entgegen bläſt, ziehen es ab, wenn er mit ihm nach eben der Strecke wehet und ſo nach Proportion bey einer andern Entfernung. Von dieſer Materie kann man die ausführliche Abhandlung welche den Titel führet: *Obſervations Aſtronomiques et Phyſiques par Don George Iuan et Don Antoine De Vlloa*, weiter nachleſen.

16. Nach-

dem Orte reden zu hören glauben, wo der Schall, vermittelſt der zurückprallenden Luftwelle, zu dem Ohre kommt. [CV.]

Weil

16. Nachdem nun die Geſchwindigkeit des Schalles gefunden iſt, ſo weiß man auch die Zeiten der Schläge, wenn man nehmlich beſtimmet, wie viel Schwünge der ſchallende Körper in einer Secunde macht. Auf dieſe Weiſe fand der Herr Sauveur durch Verſuche, daß eine offene Röhre ohngefehr 5 pariſer Fuß lang, mit einer Saite eben den Ton hatte, welche in einer Secunde 100 Schwünge vor- und rückwerts machte. Mithin waren derjenigen Schläge, welche von einer ſolchen ſchallenden Röhre gemacht wurden, ohngefehr 100 in einem Raume von 1142 Fußen oder 1070 pariſer Fußen; folglich nimmt ein jedweder Schlag einen Raum 11,42 engliſcher Fuße, oder 10,7 pariſer Fuß ein: weswegen denn die Länge des Schlages noch einmal ſo groß war, wie die Länge der Röhre. Folglich iſt es wahrſcheinlich, daß die Längen der Schläge, welche durch die ſchallenden offenen Röhren erregt werden, in allen Fällen noch einmal ſo lang ſind, wie die Röhren.

17. Dieſes hat ein gewiſſer angeſehener Mann, ebenfalls durch Verſuche nachher bewieſen, in welchen er fand, daß eine offene Röhre ohngefehr 2 pariſer Fuß lang, mit einer Saite eben den Tohn hatte, welche 243 Schwinge in einer Secunde machte; weswegen denn $\frac{1070}{243} = 4\frac{2}{5}$ beynahe: das iſt, die Länge eines Schlages war ohngefehr $4\frac{2}{5}$ Fuß oder beynahe noch einmal ſo lang, wie die Länge der Röhre.

[CV.] 1. Wenn wir die Natur des Echo recht einſehen wollen, ſo müſſen wir erwegen, daß der Schall, von dem Orte her vernommen wird, von welchem die Luftwellen als von einem Mittelpunkte herkommen, und fortgepflanzt werden. Aus der Erfahrung weiß man dieſes gar wohl. Um die Sache aber deſto deutlicher zu machen, ſo ſey A der Mittelpunkt, von welchen ein Schall verbreitet wird, der auf einen Gegenſtand CB von ſattſamer Breite trifft. Man ziehe demnach die Linie AF gegen BC perpendicular und führe ſie bis H Tab. XXXII. Fig. 9.

ſo

Weil nun der Schall allemal in eben der Verhältniß ſtärker wird, wie die Luft dicker iſt, ſo folgt: daß er, wenn er durch eine Röhre oder Sprach-

ſo weit fort, daß AF = FH iſt; ſo wird man glauben, der zurück geworfene Schall komme von dem Punkte H.

2. Denn es ſey AE der einfallende Schall, welcher auf den Gegenſtand BC in dem Punkte E ſtößt; ſo ziehet von E den Strahl ED ſo, daß der Winkel CED dem Winkel FEA, oder der Einfallswinkel dem Reflectionswinkel gleich iſt, ſo bedeutet ED den zurückgeworfenen Strahl des Schalles; und wenn er verlängert wird, ſo geht er durch den Punkt H: denn der Winkel FEH = CED = FEA. Mithin haben wir in den beyden Dreyecken AFE und EFH zween Winkel, welche in beyden einander gleich ſind, und die Seite FE iſt beyden gemein: weswegen denn die gleichnamigen Seiten dieſer Dreyecke ebenfalls einander gleich ſeyn müſſen, und daher HF = AF iſt. Wenn alſo jemand in D ſteht, und den zurückgeworfenen Strahl des Schalles vernimmt, ſo wird es ihm ſcheinen, als ob er von dem Punkte H käme.

3. So wie nun der Zuhörer oder der Punkt D näher gegen A kömmt, ſo wird auch der Fall beſtändig eben der nehmliche bleiben, wenn wir annehmen, der Mittelpunkt des Schalles bleibe in H; oder die Dreyecke werden noch immer gleich bleiben, wie auch ihre gleichnamigen Winkel und Seiten. Wenn daher der Punkt D mit A zuſammen fällt, ſo wird das Echo oder der zurück geworfene Schall, von dem Punkte H gehört; wie es erwieſen werden ſollte.

4. Eben dieſer Schall aber, wird von dem Zuhörer bey D doppelt gehört; zuerſt durch den geraden Strahl AD, das zweyte mal aber durch den Zurückgeworfenen AED; wenn nehmlich der Unterſcheid zwiſchen AD und AED groß genug iſt, das der gerade und zurückgeworfene Strahl nicht in eben dem merklichen Augenblicke der Zeit in das Ohr fällt: denn wenn derſelbe noch eher zu dem Ohre kommt, als der Eindruck des geraden, oder unmittelbaren Schalles aufhört; ſo wird der

Sprachrohr fährt, durch das beſtändige Abprallen und den Stoß der Luft, ſo lange er durch das Rohr dringt, und wenn er aber heraus und gegen die äußere

der Schall nicht verdoppelt, ſondern nur um deſto mehr verſtärkt.

5. Uebrigens wiſſen wir aus der Erfahrung, daß, wenn 9 oder 10 Silben in einer Secunde ausgeſprochen werden, der Schall alsdenn nicht deutlich bleibt. Damit nun der zurückgeworfene Schall mit dem unmittelbaren nicht vermengt werde, ſo muß wenigſtens der 9te Theil von einer Secunde zwiſchen beyden ſeyn, ehe ſie zu dem Ohre gelangen. Denn in dieſer Zeit bewegt ſich der Schall durch einen Raum von $\frac{1142}{9} =$ 127 Fuß; der Unterſcheid zwiſchen AD und AED, darf alſo nicht geringer ſeyn, als 127 Fuß, wenn der Widerſchall in D deutlich gehöret werden ſoll.

6. Hieraus folgt alſo, daß, wenn jemand in A deutlich und laut redet, um das Echo durch den Widerſchall in der Abſicht BC zu vernehmen, er wenigſtens 73 bis 74 Fuß davon entfernet ſeyn müſſe, das iſt AF muß 74 Fuß ſeyn. Weil wir nun bey der gewöhnlichen Sprache nicht über $3\frac{1}{2}$ Silben einer Secunde ausſprechen, oder mehr als 20 Zeilen engliſche Poeſie in einer Minute leſen; ſo muß das Echo genau ſo bald wieder zurück kommen, als man 3 Silben ausgeſprochen hat: weswegen denn AF ohngefehr 1000 Fuß ſeyn, oder der, welcher redet, ohngefehr 500 Fuß von dem Gegenſtande BC entfernt ſeyn muß; und ſo auch nach Proportion vor eine jedwede übrige andere Zahl von Silben.

7. Uebrigens hat Herr Derham bey allen denen Verſuchen, die er zu Blackheath mit Canonen gemacht hat, eine Verdoppelung des Schalles bemerkt, vornehmlich in dem vom 13ten Febr. 1704, da der Schall zuerſt in 120 halben Secunden kam, das zweyte mal aber in 122 deren. Der Unterſcheid der Zeit war alſo eine ganze Secunde, und zeigte, daß der Schall durch einen Raum von 1142 Fuß weiter her gekommen, als durch

äußere Luft ſtößt, dadurch um deſto mehr verſtärket werden müſſe, je mehr er auf die eben erwehnte Weiſe verdickt worden iſt. Ein Rohr von dieſer

durch einen geraden Weg; alſo der Gegenſtand, welcher ihm zurück geworfen, ſehr wahrſcheinlich nicht weit von den Canonen geweſen war: denn wären die Schläge durch einen gar weiten Weg gekommen, ſo hätten ſie nicht Stärke genug gehabt, zurück geworfen oder geprallet zu werden, und einen Wiederſchall zu machen, welcher eben ſo ſtark, oder wohl gar noch ſtärker war, als der geraden Weges gekommene: wie ſolches Herr Derham deutlich bemerkt hat.

8. Bey einigen Verſuchen mit den abgefeuerten Canonen, an dem Ufer der Themſe, zwiſchen Deptford und Cuckold's-Point, bemerkte er, daß der Schall nicht nur doppelt, ſondern gar drey- bis vierfach, und zuweilen noch öfter wiederholt wurde, und ſo wie die Wiederſchalle auf einander folgten, waren ſie immer ſtärker; wenn er aber das Krachen der ſchweren Canonen hörte, ſo vernahm er oben in der Luft ein Gemurmel, beſonders, wenn die Luft recht ſtille und heiter war: und er bemerkte, daß dieſe Widerſchalle von den Wolken herkamen, gegen welche die Luftſchläge ſtießen, und das Gemurmel verurſachten, welches auf 15″ anhielt. Hieraus urtheilte er, daß daſſelbe von denen Theilgen herrühren müßte, die ſich in der Atmoſphäre aufhielten, welche der wellenartigen Bewegung des Schalles widerſtünden, und welcher von da wieder zurück zu dem Ohre des Zuhörers gelangte und zwar auf eben die Art, als ob dieſes Gemurmel nichts anders als eine unzehlige Menge von Widerſchallen wäre.

9. Unter die vielen angenehmen Verſuche mit dem Wiederſchalle ſind auch die zu rechnen, da derſelbe verſchiedene Silben nach einander ganz deutlich wiederholt; weswegen denn dieſe Arten derſelben tautologiſche oder ſchwazhafte Echos genennet werden und überaus angenehm zuzuhören ſind. Von dieſen giebt es verſchiedene, die in mehreren Gegenden der Welt hier und da angetroffen werden, beſonders bey uns in England. In Betracht welches ich denn den Leſer, entweder auf des

dieſer Art nennt man gemeiniglich ein Sprach-rohr, oder auch ein ſtentorophoniſch Rohr.

Aus eben dieſer Urſache ſind diejenigen Werkzeuge erfunden, welche die Geſtalt der Trichter haben, daher

des Herrn Harris oder Chambers Wörterbuch unter dem Artikel Echo, weiſe, oder auch auf meine philoſophiſche Sprachlehre.

10. Ueberdieſes iſt der Wiederſchall nicht ganz und gar ohne Nutzen. Denn man kann vermittelſt deſſelben viele ſolche Strecken meſſen, worzu man nicht kommen kann, wie z. E. die Breite der Flüſſe u. d. gl. Daher bemerkte Herr Derham, als er auf dem Ufer der Themſe gegen Woolwich überſtund, daß der Wiederſchall von einem einzigen Laute von denen jenſeit des Fluſſes ſtehenden Häuſern in 6 halben oder 3 ganzen Secunden wieder zurück prallete; mithin betrug die Strecke, durch welche der Schall vorwerts und wieder zurück gekommen war, $1142 \times 3 = 3426$ Fuß: wovon denn die Hälfte 1713 Fuß für die Breite des Fluſſes kommt; welches alſo über eine viertel Meile iſt, für welche 1320 Fuß gerechnet werden.

11. Auf eben die Art finden wir auch z. E. die Tiefe eines Brunnens. Zu dieſem Ende ſey a der Raum eines ſchweren Körpers, welcher in Zeit von einer Secunde durch den Raum b in eben der Zeit fällt, in welcher ſich der Schall durch ſeine beſtimmte Strecke bewegt; c aber die in Secunden gegebene Zeit, da der Stein anfängt, herunter zu fallen, bis dahin, da man den Schall hört, und x bedeute endlich die verlangte Tiefe des Brunnens.

12. Wenn man nun finden will, wie lange der Stein in dem Brunnen herunter gefallen iſt, ſo darf man nur rechnen, wie $a : x = (1'')^2 : (t'')^2 = \frac{x}{a} =$ dem Quadrate derjenigen Zeit t, in welcher der Stein herunter gefallen iſt. Weil ſich die von den fallenden Körpern beſchriebenen Raume, wie die Quadrate der Zeiten ver-

daher die weitern und ſchwächern Luftwellen ſammeln, und ſie ſtärker verdicken, wodurch denn die Kraft derſelben ebenfalls dergeſtalt zunimmt, daß

halten. Weswegen denn (vermöge der Noten zu XXV) $t = \sqrt{(\frac{x}{a})}$.

13. Wenn wir nun ferner die Zeit t finden wollen, in welcher der Schall herauf ſteigt, ſo rechnen wir $b : x = 1'' : t'' = \frac{x}{b}$ = der nach Secunden geſuchten Zeit. Es iſt aber $t + t = c = \sqrt{(\frac{x}{a})} + \frac{x}{b}$; mithin iſt $x + b \sqrt{(\frac{x}{a})} = bc$. Es iſt aber $b \sqrt{(\frac{x}{a})} = \frac{b\sqrt{x}}{\sqrt{a}}$ und weil x das Quadrat von $\sqrt{x}$ iſt, ſo haben wir an dem vorhergehenden eine quadratiſche Gleichung. Ergänzen wir nun dieſelbe, daß ein Quadrat draus wird, ſo haben wir $x + \frac{b}{\sqrt{a}} \sqrt{x} + \frac{bb}{4a} = \frac{bb}{4a} + bc = \frac{bb + 4abc}{4a} = \frac{ss}{4a}$ (wenn wir $ss = bb + 4abc$ ſetzen). Ziehen wir hieraus an beyden Seiten die Wurzeln, ſo haben wir $\sqrt{x} + \frac{b}{2\sqrt{a}} = \pm \frac{s}{2\sqrt{a}}$, das iſt, $\sqrt{x} = \frac{-b \pm s}{2\sqrt{a}}$. Es kann aber x keine negative Größe ſeyn, und daher kann nicht $\sqrt{x} = \frac{-b-s}{2\sqrt{a}}$ kommen, ſondern es muß $\sqrt{x} = \frac{-b+s}{2\sqrt{a}}$ ſeyn. Folglich iſt $x = \frac{(s-b)^2}{4a}$ = der verlangten Tiefe des Brunnens.

14. Iſt nun a = 16,122 Fuß, und b = 1142; ſo iſt $4a$ = 64,488, und bb = 1304164; ferner $4ab$ = 73646; und wenn wir ſetzen c = 10 Secunden, ſo iſt $4abc$

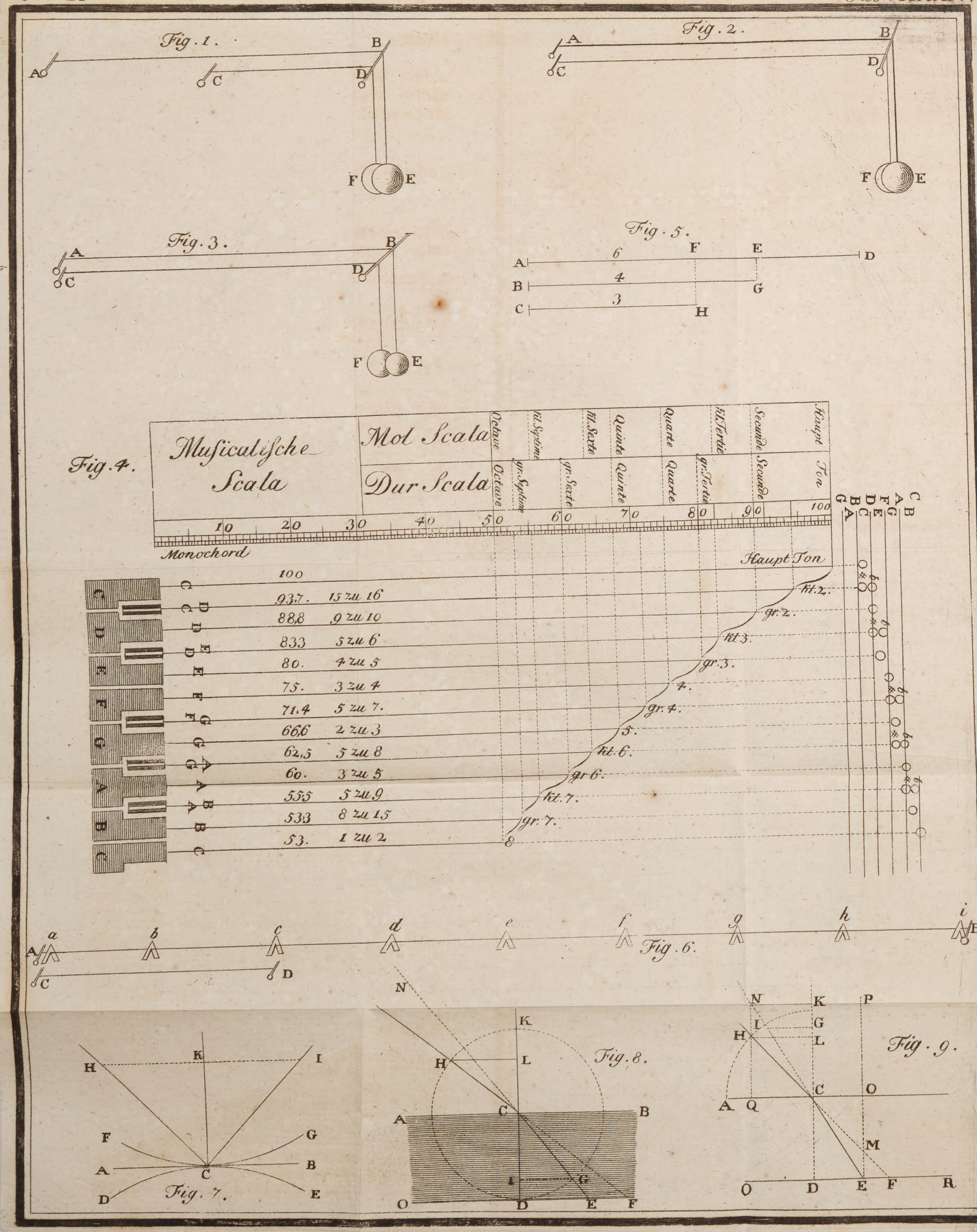


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 4.
Muſicaliſche Scala
Mol Scala
Dur Scala
Octave
kl. Septime
gr. Septime
kl. Sexte
gr. Sexte
Quinte
Quarte
kl. Tertie
gr. Tertie
Secunde
Haupt Ton
Monochord
100
93,7. 15 zu 16
88,8 9 zu 10
83,3 5 zu 6
80. 4 zu 5
75. 3 zu 4
71,4 5 zu 7.
66,6 2 zu 3
62,5 5 zu 8
60. 3 zu 5
55,5 5 zu 9
53,3 8 zu 15
53. 1 zu 2
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

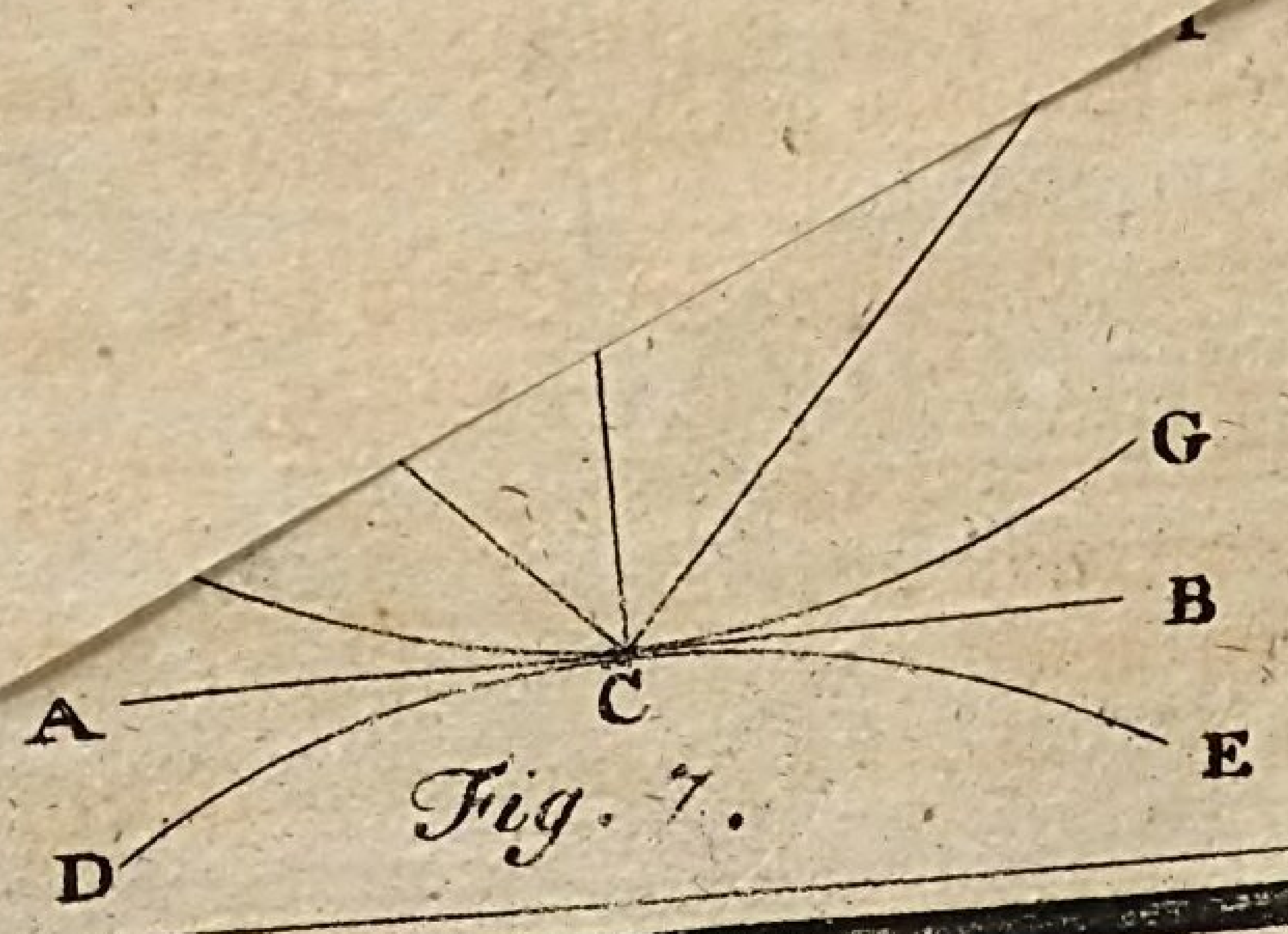


Fig. 7.

daß ſie nachdrücklicher in das Ohr würken können. Durch dieſe wird alſo eine jede Stimme oder Schall merklich verſtärkt und lauter, ſo, daß ſie deutlicher gehöret werden können; weswegen ſie ſich denn vor ſolche Ohren ſehr wohl ſchicken, welche ſchwer hören: und vor welche dergleichen Werkzeuge mit gar gutem Nutzen zu gebrauchen ſind, und daher otacuſtiſche genennet werden.

Nur muß ich noch in Betracht dieſer Werkzeuge, welche zur Verſtärkung des Gehörs dienen, anmerken, daß ſie allemal deſto würkſamer ſind, je länger ſie gemacht werden: und unter allen Geſtalten, die ſie nur haben können, keine

$4abc = 736460$, und $bb + 4abc = ss = 2040624$. Mithin $s = 1428{,}5$; $s-b = 286{,}5$; und $(s-b)^2 = 82082{,}25$. Folglich $\frac{(s-b)^2}{4a} = 1273 = x$, als der verlangten Tiefe des Brunnens, welche 1273 Fuß beträgt.

15. Weil nun $x = \frac{(s-b)^2}{4a}$, ſo haben wir $\sqrt{x} = \frac{s-b}{2\sqrt{a}}$; und mithin $\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{a}} = \frac{s-b}{2\sqrt{a}\sqrt{a}}$, wenn es durch $\sqrt{a}$ dividirt wird, das iſt $\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{a}} = \frac{s-b}{2a} = \frac{286{,}5}{32{,}24} = 8{,}89$ Secunden für die Zeit, in welcher der Stein auf den Grund in dem Brunnen gefallen iſt. (N. 12.)

16. Die Zeit aber, in welcher der Schall in die Höhe geſtiegen, iſt $\frac{x}{b} = \frac{(s-b)^2}{4ab} = \frac{82082{,}25}{73646} = 1{,}11$ Secunden. Aber $8''{,}89 + 1''{,}11 = 10''$, für die ganze Zeit, wie es ſeyn muß.

[CVI.]

ſo gut iſt, als die, welche entſteht, wenn ſich die logarithmiſche krumme Linie um ihre Achſe drehet. [CVI.]

Aus

Tab. XXVIII. Fig. 5. [CVI.] 1. Das Sprachrohr wird darzu gebraucht, den Schall, vornehmlich aber die Sprache, zu verſtärken, und dergeſtalt zu erheben, daß ſie in einer weiten Entfernung deutlich gehört werden kann; welches denn aus der Structur oder Geſtalt dieſes Inſtruments leicht einzuſehen iſt. Es ſey demnach ABC das Rohr, BD ſeine Achſe, und B das Mundſtück, durch welches die Sprache in das Rohr hinein gebracht wird.

2. So iſt klar, daß, wenn jemand bey B in daſſelbe hinein ſpricht, die ganze Kraft der Stimme auf die Luft in dem Röhre dergeſtalt verwendet wird, daß dieſe durch die ganze Länge deſſelben in eine ſtoßende Bewegung geräth; weswegen ſie denn von unzehligen Stellen der innern Fläche zurückprallt, ſich nach der Achſe hinbewegt, daſelbſt ſehr verdicket, und ihre bewegende Kraft dergeſtalt vermehret wird, daß, wenn ſie nachher aus dem Trichter AC herausfährt, ihre Kraft viel ſtärker iſt, als ſie ohne dem Gebrauche eines ſolchen Rohres ſeyn würde; und zwar um ſo viel mehr, als die Oberfläche einer Kugel größer iſt, deren Halbmeſſer der Länge des Rohrs gleicht, als die Oberfläche des Abſchnittes einer ſolchen Kugel, deſſen Grundfläche die Mündung oder Weite des Trichters iſt.

3. Denn wenn jemand bey B redet, ohne ein ſolches Rohr zu gebrauchen, ſo wird die Kraft ſeiner Stimme auf die Weiſe verwendet, indem er eine concentriſche Fläche von Luft rund um den Punkt B her, in Bewegung ſetzt. Wenn nun alle dieſe concentriſchen hohlen Kugelſchaalen der Luftwellen, nach allen Seiten ſo weit bis D verbreitet werden; ſo iſt klar, daß die Kraft der Stimme durch die ganze Fläche einer Kugel verbreitet wird, deren Halbmeſſer BD iſt. In dem Sprachrohre aber wird ſie dergeſtalt eingeſchloſſen, daß ſie bey ihrem Ausgange durch eben ſo viele Luft verbreitet wird, als der Theil von der Kugelfläche ausmacht, welcher vor die Weite des Trichters des Rohres gehörte; weil aber

die

Aus der vierten Eigenſchaft der Luftſchläge erhalten wir den Urſprung der verſchiedenen Grade, von dem, was wir eigentlich den Ton oder die

die Kraft der Sprache beſtimmt iſt, ſo verhält ſich ihre Stärke umgekehrt, wie die Menge der von ihr bewegten Theilgen; mithin die Kraft in dem Rohre zu der außer demſelben, wie die Fläche einer ſolchen Kugel, zu der untern Breite des Trichters, oder dem Inhalte ſeiner Fläche beynahe.

4. Um dieſes aber durch Rechnungen noch deutlicher zu machen, ſey BD 5 Fuß, ſo iſt der Durchmeſſer DE = 10 Fuß, wovon das Quadrat = 100; und wenn dieſes mit 0,7854 multiplicirt wird, 78,54 Quadratfuß für den Inhalt des größten Cirkels AHFC kommen. Wenn man dieſen Inhalt mit 4 multiplicirt, ſo iſt 4 × 78,54 = 314,16 = der Anzahl von Quadratfußen der Luftkugelfläche. Wenn nun der Durchmeſſer AC am Ende des Rohres einen Fuß beträgt; ſo iſt deſſen Flächenraum 0,7854. Es verhält ſich aber 7854 : 314,16 = 1 : 400; mithin beträgt die Luft in der Entfernung BD, welche vermöge des Inſtruments in Bewegung geſetzet wird, 400 mal mehr, als die durch die bloße Stimme bewegte

5. Ferner iſt klar, wie ſehr ſolche Werkzeuge von dieſer Art zu der Verſtärkung des Gehörs dienen. Denn die ſchwachen und matten Schläge der Luft, welche von dem weitern Ende des Rohres aufgefangen, ſtark vervielfältiget, durch die zitternde Bewegung des Inſtruments und Rohres, und der in demſelben befindlichen Luft, verdicket ſind, werden zu dem Ohre durch das enge Ende geleitet, und treffen in daſſelbe mit einem Stoße, welcher viel ſtärker iſt, als er ohne das Inſtrument ſeyn kann; und zwar um ſo viel mehr, als das dünnere Ende B enger iſt, als das weitere AC.

6. Aus dem, was bisher geſagt iſt, wird zur Genüge erhellen, um wie viel die Würkung des Schalles, entweder bey dem Reden oder Höhren, verſtärkt wird; und wie dieſe Verſtärkung vornehmlich durch die Länge des Rohrs erhalten werde. Nichts deſtoweniger aber kann doch einiger Vortheil durch die beſondere Geſtalt

Verſchiedenheit deſſelben nennen, wodurch er ſich von andern unterſcheidet, und in Betracht dieſer bald tief, bald hoch, wie ſich die Muſik-
verſtän-

des Inſtruments erhalten werden. Einige vornehme Weltweiſe haben den Vorſchlag gethan, man ſollte dem Sprachrohre die Geſtalt geben, welche entſteht, wenn ſich die Parabel um ihre Axe drehet; weil dieſe die beſte unter allen ſey. Das Mundſtück müſſe in dem Brennpuncte der Parabel angebracht ſeyn: wodurch denn die ſchallenden Strahlen immer mit der Achſe parallel fortgetrieben würden. In welcher Geſtalt das Sprachrohr denn in des Herrn Muſchenbroeck *Eſſai de Phyſique* zu ſehen iſt.

7. Dieſes parallele Zurückprallen aber ſcheint uns auf keine Weiſe zu der Verſtärkung des Schalles etwas beyzutragen, ſondern vielmehr eine ſolche Würkung zu hindern, indem ſie die unendliche Zahl der zurückgebogenen Luftſchalle und deſſen Wiederhohlung verhindert, in welcher, nach dem Herrn Newton, die vornehmſte Urſache der Vermehrung beſteht. Denn eine jedwede wiederhohlte Bewegung wird durch ihre erzeugende Urſache vermehrt, welche hier die zitternde Bewegung der Theile der Röhre ſind. Wenn alſo auch das Zurückprallen der Lufttheilgen von den inwendigen Seiten des Rohres, in welchem ſie eingeſchloſſen ſind, nothwendig verſtärkt wird; ſo muß auch dieſe Verſtärkung des Stoßes der Schläge in eben der Verhältniß ſeyn, wie die Anzahl dieſer Stellen oder Punkte, von welchen ſie abprallen, das iſt, ſich wie die Länge des Rohres oder eine ſolche Figur deſſelben verhalten, welche am geſchickteſten iſt, ſie hervor zu bringen. Woraus denn erhellet, daß das paraboliſche Sprachrohr am allerwenigſten geſchickt iſt, zu der Verſtärkung des Schalles oder der Sprache gebraucht zu werden, anſtatt, daß dieſe Figur deſſelben die beſte ſeyn ſollte.

8. Es iſt aber noch ein anderer Umſtand, welcher zu dem verſtärkten Stoße der Luft in dem Rohre beyträgt, und dieſes iſt die Verhältniß, welche alle Theile der Luft gegen einander haben, wenn ſie durch die Queerdurchſchnitte in ganz kleinen aber gleichen Entfernun-

gen,

verſtändigen auszudrucken pflegen, genennet wird. Nun hängt aber der Ton eines Schalles von der Zeit, oder Dauer des Schlages ab, welcher auf

gen, von dem einen Ende des Rohrs bis zu dem andern, dividirt werden. Es ſeyen z. E. dieſe Queerdurchſchnitte in den Punkten *a*, *b*, *c*, *d*, *e* u. ſ. f. gemacht, in welchen die geraden Linien *ak*, *bl*, *cm*, *dn* u. ſ. f. beſtändig in einer geometriſchen Verhältniß und Reihe fortgehen. So ſind die zwiſchen B und *a*, *a* und *b*, *b* und *c*, *c* und *d* u. ſ. f. befindlichen Theile der Luft, mit ihren Grundflächen ſehr nahe in eben der Verhältniß, wenn die Theilungspunkte einander unendlich nahe ſind. Tab. XXXVI. Fig. 6.

9. Wir haben aber bereits gezeigt, daß, wenn eine gewiſſe Bewegung einer ganzen Reihe elaſtiſcher Körper mitgetheilt wird, ſie eben dadurch die größeſte Verſtärkung erlangt, wenn dieſe Körper in einer geometriſchen Reihe ſind. Wenn alſo die Kraft der Stimme nach und nach einer Reihe elaſtiſcher Theile der Luft, die in einer geometriſchen Reihe ſind, eingedrückt und durch dieſelben fortgepflanzt wird, ſo erlangt ſie dadurch die möglichſt größeſte Stärke.

10. Weil nun vermöge der Conſtruction $Ba = ab = bc = cd$ u. ſ. f. iſt, wie auch $ak : bl = bl : cm = cm : dn$, u. ſ. f. ſo beſtimmen die Punkte *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, A, in dieſem Falle eine krumme Linie, welche die logarithmiſche genennet wird. Wenn man alſo einem Sprachrohre eben die Geſtalt giebt, welche heraus kommt, wenn ſich dieſe Linie um ihre Achſe dreht; ſo wird der Schall dadurch ungleich mehr verſtärkt, als wenn dieſes Inſtrument eine jedwede andere Geſtalt hat, ſie ſeye, welche man wolle.

11. Um aber den Grund der Natur und des Namens dieſer krummen Linie zu zeigen, ſo wollen wir nachfolgende Größen in einer geometriſchen Reihe, nehmlich $a^0 : a^1 : a^2 : a^3 : a^4 : a^5$ u. ſ. f. annehmen; ſo iſt klar, daß zwiſchen a^1 und a^0 die Verhältniß 1, a^2 und a^0, 2; zwiſchen a^3 zu a^0, 3, u. ſ. f. ſey. Woraus denn erhellet, daß die Exponenten jeglicher dieſer Glieder, die Verhältniß ausdrücken, welche ein jedweder unter ihnen zu dem erſten hat; weswegen denn dieſe Exponenten die

das Trommelfell in dem Ohre von einer Luftwelle gemacht wird: denn je länger oder kürzer dieſe erwehnte Zeit iſt, deſto tiefer oder höher wird auch der Ton ſeyn. Weil ſich nun alle Schläge gleich geſchwind bewegen, ſo verhält ſich die Dauer des Eindruckes, wie der Raum zwiſchen zween auf einander folgenden Schlägen; mithin iſt ein Schall allemal in eben der Verhältniß tiefer oder höher, als die Länge dieſes Zwiſchenraums der Zeit mehr oder weniger beträgt.

Hieraus folgt, daß alle diejenigen Schalle, von dem ſtärkſten bis ſchwächſten, welche durch die Vibrationen eines und eben deſſelben Körpers erzeugt werden, einerley Ton haben. Ferner alle Körper, deren Theile ihre Schwünge in gleichen Zeiten verrichten, ebenfalls; die aber, welche am langſamſten ſchwingen, den tiefſten; und ſo auch umgekehrt die den höchſten oder feinſten Ton haben, deren ſchwingende Bewegung am geſchwindeſten iſt.

Die Zeiten der Schwünge der muſicaliſchen Saiten, und mithin auch der Töne, ſind 1) nach
Tab. der Länge, 2) der Größe und 3) der Stärke,
XXXIV. mit welcher ſie geſpannt ſind, verſchieden. Denn,
Fig. 1. wenn zwo Saiten AB, CD eine gleiche Dicke haben,

Logarithmen von ihnen genennet werden. Wenn wir nun in der vorher genannten Figur, die Ordinaten $ak = a^0 = 1$, $bl = a^1 = a$, $cm = a^2 = aa$ u. ſ. f. ſetzen; ſo ſind die abgeſchnittenen Theile oder Abſcißen $Ba = 1$, $Bb = 2$, $Bc = 3$, u. ſ. f. die Logarithmen oder Exponenten der Verhältniſſe aller dieſer Ordinaten zu dem erſten Gliede oder der Einheit. Daher wird diejenige krumme Linie, welche durch alle dieſe Endpunkte der Ordinaten k, l, m, n, u. ſ. f. geht, die logarithmiſche oder logiſtiſche krumme Linie genennet.

ben, und ſich ihre Längen wie 2 zu 1 verhalten; ſo ſind die Zeiten ihrer Schwünge in eben der Verhältniß. Mithin verhält ſich die Anzahl der von beyden Seiten *AB* und *CD* in eben der Zeit verrichteten Schwünge umgekehrt, wie ihre Längen; oder CD macht wehrend der Zeit zween Schwünge, in welcher AB einen macht. Die Schwünge zwoer ſolcher Saiten alſo, treffen allemal bey dem zweyten Schwunge der kürzern zugleich.

Ferner; wenn ſich die Durchmeſſer zwoer Saiten von eben der Art, z. E. AB und CD, wie 2 zu 1 verhalten, beyde aber gleich lang ſind und von gleich ſchwehren Gewichten E, F gedehnt werden; ſo verhalten ſich die Zeiten ihrer Schwünge wie ihre Durchmeſſer, das iſt, wie 2 zu 1; dieſe Schwünge treffen auch, in einer gewiſſen gegebenen Zeit, auf eben die Weiſe zuſammen, wie vorher. Tab. XX XIV Fig. 2.

Endlich: wenn die Durchmeſſer und Längen der Saiten gleich ſind, ſo verhalten ſich die Zeiten der Schwünge umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Gewichte, von welchen ſie gedehnt werden. Sind alſo die Gewichte E und F, in der Verhältniß 1 zu 4 (aus welchen die Quadratwurzeln 1 und 2 ſind) ſo verhalten ſich auch die Zeiten der Schwünge der Saiten AB und CD, wie 2 zu 1. Mithin wird einem achtſamen Inſtrumentenmacher, wenn er mit Saiten bezogene Inſtrumenten, wie z. E. Clavire, Harfen u. d. gl. macht, die Erkenntniß der Verhältniß der Länge, Dicke und Stärke der Spannung einer Saite, zu einem großen Vortheile gereichen. Fig. 3.

Bey den blaſenden Inſtrumenten, wie z. E. der Flöte, Orgel u. d. gl. in welchen der Ton vermittelſt des Schwunges einer in der Röhre befindlichen elaſtiſchen Luftſeule enthalten wird, verhält ſich die Zeit des Schwunges oder Tons des Inſtruments ebenfalls, wie die Länge, der Durchmeſſer der Luftſeule und die Stärke der Stimme oder die Kraft, mit welcher ſie zuſammen gedrückt wird; wie ſolches aus Verſuchen leicht erhellet.

Wenn ein Körper mit einem andern zugleich ſchallet, oder den Ton angiebt, ſo fallen die Schwünge beyder, nach einer gewiſſen Zeit, mit einander zuſammen; und je kürzer die Zeit iſt, in welcher dieſe zuſammen fallen, deſto angenehmer iſt auch ihre Zuſammenſtimmung oder Conſonanz dem Ohre; mithin gewehren auch die, deren Schwünge am ofteſten zuſammen treffen, die vollkommenſte Conſonanz, oder Accord, wie man gemeiniglich zu reden pflegt*.

Verhal-

* Eben ſo wohl kann man gerade das Gegentheil mit gleichem Grunde behaupten. Denn es verhalten ſich die Zeiten der Schwünge zwoer Saiten, wie V und $V \mp d$. Sollen dieſe in einer Zeit T, geſchehen ſo iſt die Anzahl dieſer Schwünge in gedachter Zeit TV und $TV \mp Td$. T wird allemal deſto größer ſeyn, je mehr der Unterſcheid zwiſchen V uud d beträgt. Iſt aber d gegen V gar unendlich klein; ſo muß T unendlich groß ſeyn, das iſt: die Schwünge treffen erſt in einer gar langen Zeit zuſammen. Allein, das Gehör empfindet alsdenn keinen Unterſcheid der Töne mehr, wenn beyde Schwünge unendlich wenig unterſchieden ſind. Da nun einerley Tone dem Gehöre keine Disharmonien verurſachen; ſo ſind auch die, deren Schwünge am ſeltenſten zuſammen treffen, am meiſten conſonant.

Verhalten ſich die Zeiten des Schwunges wie 1 zu 2, ſo fallen die Schwünge beyder je um das zweyte mal auf das eheſte zuſammen; und mithin iſt dieſes die aller vollkommenſte Conſonanz, oder diejenige, welche wir gemeiniglich die Octave nennen.

Sind die Zeiten der Schwünge in der Verhältniß, wie 2 zu 3, ſo fallen jene allemal am erſten um das dritte mal zugleich; welche Conſonanz daher den nächſten Grad der Vollkommenheit hat, und die Quinte genennet wird. Verhalten ſich die Zeiten der Schwünge wie 3 zu 4, ſo treffen ſie je um das vierte mal wenigſtens zuſammen; und dieſe Conſonanz nennet man die Quarte. Dieſe aber und die in der Reihe nächſtfolgende, ſind einem entſcheidenden Ohre nicht ſo angenehm, und werden eben daher unvollkommene Conſonanzen genennet. Ueber dieſes hat man unter dem unendlich vielen verſchiedenen Tönen überhaupt nicht mehr, als ſieben deren, welche zu der muſicaliſchen Compoſition gebraucht werden können, und dieſe ſind Fig. 4. vorgeſtellet, wie ſolches die Saiten die auf einem Clavire bedeutenden Linien in einer Octave nebſt ihren halben Tonen, deutlich vorſtellen; vermöge welcher die natürlichen Tone um einen halben Ton entweder höher oder niedriger gemacht werden, nachdem es die Melodie des Geſanges oder Stückes erfordert. Und dieſe für jedwedes Stück gehörigen und zwiſchen einer Octave liegenden Tone werden die muſicalſche Scala oder kurz die Scala genennet. Tab. XXXIV.

In

In dieſer Scala werden die ſieben natürlichen Tone des Schlüſſels mit dem Buchſtaben C, D, E, F, G, A, B, * benennet. Der erſte von ihnen iſt der Hauptton; die übrigen folgenden haben ihre Benennungen von den verſchiedenen Entfernungen, wie weit ſie nehmlich von dem Hapttone, in unſerm Falle C, liegen. So iſt z. E. D die große Secunde, E die große Tertie, F die große Quarte **, G die Quinte, A die große Sexte und B, die große Septima; die achte aber iſt die Octave und heißt daher wieder C. Von dieſer haben die Tone aufwerts in der Ordnung, wie vorher, eben die Benennungen durch die ganze Octave. Zwiſchen dieſen vorerwehnten ſieben Tonen aber liegen noch andere fünf Tone, welche halbe Tone genennet werden: nehmlich die kleine Secunde, kleine Tertie, kleine Quarte ***, kleine Sexte und kleine Septima. Alle dieſe Tone

* Den Ton, welchen der Herr Verfaſſer B nennet, heißen unſere Inſtrumentenmacher nnd Muſikkundige H; und ich glaube ſchwerlich, daß man in England andere Benennungen der Tone hat. Indeſſen ſind die Benennungen willkürlich.

** Die gemeine Accordquarte, nicht die große Quarte: denn dieſe iſt ein ganz anderer Ton, liegt zwiſchen F und G, und wird bey uns *Fis* genennet. Kommt dieſe in der C dur Scala vor, ſo gehört in dem Accompagnemet, der großen Secunde D (von dem Hapttone C angerechnet) ihr Accord Dur, oder außer ihr noch D und A; die gemeine Quarte F aber erfordert weiter nichts, als ihren eignen Accord, ſo wie er in der erwehnten Scala liegt; mithin außer ihr noch A und C. Allein, es ſcheint mir, als ob die Muſik des Herrn Verfaſſers Sache überhaupt eben nicht ſey.

*** Dieſer Ton iſt zuweilen die große Quarte, zuweilen die kleine oder falſche Quinte; was zu jener gehört, iſt bereits geſagt, zu dieſer aber gehört *Dis* und A.

Tone und halben Tone, ſind ſo eingerichtet und abgemeſſen, als es die Abtheilungen auf dem Monochordio erfordern. Dieſes aber iſt ein Inſtrument mit einer einzigen Saite, welche entweder in 100 oder 1000, gleiche Theile getheilt iſt, wie aus der Figur leicht erhellet.

Die Anzahl dieſer Theile ſind bey einer jedweden Saite ebenfalls zu ſehen, und zwar in der erſten Reihe der über den Saiten ſtehenden Zahlen; die folgende Reihe zeigt die Verhältniß der Länge einer jedweden Saite, zu der Länge des Hauptttons, oder auch des Tons auf dem Monochordio; mithin auch die Anzahl der Schwünge des Hauptttons und jedweder Saite, wie viel deren nehmlich eine jede in eben der Zeit macht.

Von dieſen zwölf Intervallen, oder Verhältniſſen der muſicaliſchen Tone, werden zwo, nehmlich die Octaven und Quinten, als vollkommene Conſonanzen angenommen; die große Tertie, kleine Tertie, große und kleine Sexte ſind unvollkommene Conſonanzen; die große Quarte, die beyden Secunden und beyden Septimen ſind Dißonanzen; die Quarte aber iſt an ſich ſelbſt und vermöge ihrer Natur, ſchon eine vollkommene Conſonanz, weil ſie aber zwiſchen der Tertie und Quinte liegt, ſo kann ſie nicht anders wie ein Conſonanz gebrauchet werden, als wenn die Sexte mit hinzu genommen wird, zu welcher ſie ſich wie 5 zu 3 verhält. Eine jedwede Melodie und Harmonie, beſtehet übrigens aus dieſen zwölf Tonen, oder wird aus denenſelben componirt: denn die darunter oder darüber liegenden Octaven ſind nichts anders, als Wiederhohlungen eben derſelben Tone, nur daß ſie

entwe=

entweder höher oder tiefer ſind. Die **Melodie** aber iſt eine angenehme Folge der muſicaliſchen Töne, in einem muſicaliſchen Stücke; ſo wie die **Harmonie** in der Würkung verſchiedener ſolcher Stücke, oder Theile einer Muſic beſtehet, welche miteinander geſungen oder geſpielet werden.[CVII.]

Eine

Tab. XXXIII. Fig. 7. [CVII.] 1. Um aber die Bewegung und den Ton in einer elaſtiſchen oder muſicaliſchen Saite AB deſto deutlicher zu erklären, ſo müſſen wir uns vorſtellen, als ob dieſelbe mit einem Gewichte F z. E, ſo wie es ihre Länge erfordert, ausgedehnt oder geſpannet, nachher aber aus ihrer geraden Laage in eine ſchiefe ADB, durch ein Gewicht E, gezogen ſey. Jene Kraft können wir füglich die *ſpannende* dieſe aber die *biegende* nennen.

2. Weil nun die ſpannende Kraft F auf die Saite in der Richtung DB würkt, ſo kann ſie als die Linie DB vorgeſtellet, dieſe aber in zwo andere Kräfte CB und CD zerlegt werden; von welchen beyden die erſtere die Saite von D gegen B zieht, die andere aber zieht ſie gerade aufwerts von D nach C. Mithin verhält ſich der Theil der Kraft, welcher dazu angewendet wird, die Saite gerade aufwerts zu ziehen, zu der ganzen Kraft, wie CD zu CB, oder wenn wir annehmen, DC ſey unendlich klein, wie CD zu CB; weil in dieſem Falle beynahe DB = CB iſt. Die Kraft aber, welche darauf verwendet wird, die Saite aufwerts zu ziehen, iſt der biegenden Kraft gleich, weil beyde einander das Gleichgewicht halten. Folglich verhält ſich die biegende Kraft E zu der ſpannenden F, wie CD zu CB, oder

$$\frac{F \times CD}{BC} \text{ iſt } = D.$$

3. Wenn wir alſo CD = S ſetzen, und 2 CB = L = der Länge der Saite, ſo haben wir $\frac{F \times S}{L}$: E. Hieraus folget, daß, wenn F und L gegeben ſind, das iſt, wenn die ſpannende Kraft und Längen der Saite gleich bleiben, ſo verhält ſich die biegende Kraft E beſtändig

wie

Eine harmoniſche Proportion iſt diejenige zwiſchen zwoen Zahlen, welche die Längen, der muſicaliſchen Intervallen oder die Länge der Saiten,

wie die Linie CD = S; welches durch folgenden Verſuch erwieſen wird: denn wenn AB ein meßingener Drath 3 Fuß lang, über eine Rolle B gezogen, an deſſen Ende ein Gewicht F = 3 Pfund gehängt, und durch daſſelbe gedehnet wird; ſo ziehet die Kraft E, wenn ſie zuerſt eine halbe Unze iſt, die Drathſaite durch den Raum CD = $\frac{2}{5}$ von einem Zolle; iſt E eine Unze, ſo ziehet ſie die Saite ſo weit herunter, daß CD = $\frac{4}{5}$ von einem Zolle wird; u. ſ. f.

4. Wenn nun die Saite in die Laage ADB gezogen und alsdenn bemühet iſt, wieder in ihre vorige zu kommen, welche Kraft die reſtituirende heißen mag, und der biegenden gerade entgegen würkt; ſo iſt ſie derſelben gleich und verhält ſich daher auch wie die Linie CD. Weswegen denn der Punct D wieder mit einer Kraft gegen C zurück gezogen wird, welche ſich allenthalben wie derjenige Raum verhält, durch welchen er ſich bewegt hat. Wir haben aber gewieſen, daß die von denen in Bewegung geſetzten Körpern durchgelaufenen Raume, ſich in einer aus den Zeiten und Geſchwindigkeiten zuſammengeſetzten Verhältniß verhalten, das iſt, S:TV (S. die Noten zu XXI.). Ferner, daß die Kraft der bewegten Körper wie die Menge der Materie und Geſchwindigkeit mit einander, oder wie deren Producte ſey, nehmlich M = QV; folglich haben wir $\frac{S}{T} = V = \frac{M}{Q}$, oder TM = SQ. Nun iſt aber in dem gegenwärtigen Falle Q eine beſtimmte Größe; folglich verhält ſich TM wie S. Weil wir über dieſes auch gewieſen haben, daß ſich, in dem gegenwärtigen Falle mit der Saite, M wie S verhält; ſo iſt T oder die Zeit, in welcher die Schwünge geſchehen, beſtändig gleich, oder eine beſtimmte Größe.

5. Ueber dieſes kann die reſtituirende Kraft der Saite, weil ſie nur durch ganz kleine Raume würkt, als ein-

ten, die einen gewiſſen Ton haben, angiebt. Drey Zahlen ſind aber alsdenn in einer harmoniſchen Proportion, wenn ſich die erſte zu der dritten, wie der Unterſcheid zwiſchen der erſten und zwoten, zu dem Unterſcheide zwiſchen der zwoten und dritten verhält: wie z. E.

einförmig angeſehen werden; und alsdenn verhält ſich die in der Saite entſtandene Bewegung, wie die erwehnte Kraft und Zeit, mit welcher, und in welcher ſie würkt, das iſt M : ET. Nun iſt ſie aber in allen Fällen M : QV; hier aber: Q : D^2L, (indem D = dem Durchmeſſer und L = der Länge der Saite); weswegen M : ET : D^2 LV, und mithin T : $\frac{D^2LV}{E}$; vorhero aber hatten wir E : $\frac{FS}{L}$ welches, wenn es in der vorhergehenden Verhältnis ſubſtituirt wird, T : $\frac{D^2L^2V}{FS}$ giebt. Weil aber S = TV, ſo haben wir $\frac{V}{S} : \frac{1}{T}$; mithin T : $\frac{D^2L^2}{FT}$, das iſt, $FT^2 : L^2$; alſo $F^{\frac{1}{2}}T : DL$; mithin T : $\frac{DL}{F^{\frac{1}{2}}}$ das iſt, die Zeit eines Schwunges verhält ſich, wie der Durchmeſſer und die Länge der Saite direct, und wie die Quadratwurzel der dehnenden Kraft umgekehrt.

6. Sind alſo D und E gegeben, ſo verhält ſich T wie L, das iſt, wenn die Dicke der Saite und ihre dehnende Kraft unverändert bleiben, ſo wird die Zeit von einem Schwunge mit der Länge der Saite geändert, oder verhält ſich beſtändig, wie dieſe Länge. Mithin macht die halbe Länge der Saite auf dem Monochordio in der Hälfte der Zeit eben ſo viele Schwünge, wie die ganze, welche die tiefere Octave von

die drey Zahlen 3, 4, 6. Verhalten ſich nun die Längen der Saiten, wie dieſe Zahlen, ſo machen 3 zu 6, die Octave; 2 zu 3, die Quinte; und 3 zu 4, die Quarte.

Ferner:

von jener iſt; $\frac{2}{3}$ von der Saite des Monochordii ſchwingen in $\frac{2}{3}$ der Zeit, und durch dieſen Schwung erhalten wir die Quinte; $\frac{3}{4}$ ſchwingen in $\frac{3}{4}$ Theilen der Zeit, wodurch wir die Quarte erhalten. u. ſ. f.

7. Wenn F und L gegeben ſind, ſo verhält ſich T wie D; das iſt, wenn die dehnende Kraft und Länge der Saite gleich bleiben, ſo wird die Zeit des Schwunges mit dem Durchmeſſer der Saite verändert, und verhält ſich, wie dieſer.

8. Sind D und L gegeben, ſo verhält ſich T, umgekehrt wie $F^{\frac{1}{2}}$; das heißt, wenn der Durchmeſſer und Länge der Saite gegeben ſind, ſo verhält ſich die Zeit des Schwunges, wie die Quadratwurzel der dehnenden Kraft.

9. Weil nun der Ton einer Saite ganz und gar von der Saite ihres Schwunges abhängt, ſo wird man leicht einſehen, daß, der ſchallende oder tönende Körper mag aus einer Materie beſtehen, aus welcher er wolle, oder es mögen deren auch noch ſo viele einen Ton von ſich geben, der Ton durchhehens bey allen gleich iſt, wenn die Schwünge in gleichen Zeiten geſchehen.

10. Wenn man daher ein Trinkglas nimmt, den Finger naß macht, alsdenn mit demſelben oben auf dem Rande immer in die Runde herfährt, und

Ferner: iſt eine harmoniſche Proportion zwiſchen vier Zahlen, wenn ſich die erſte zu der vierten verhält, wie der Unterſcheid zwiſchen der erſten und zwoten zu dem Unterſcheide zwiſchen der dritten und vierten: wie

ziemlich hart darauf drückt; ſo entſtehen nach und nach in den Theilen des Glaſes ſchwingende Erſchütterungen, welche endlich einen Ton geben, der ſo lange anhält, als die Bewegung des Fingers dauert, und immer nach und nach ſtärker und höher wird. Hält man nun mit dieſer Bewegung lange gnug an; ſo wird die Erſchütterung der Theile zuletzt ſo ſtark, daß ſie ihren Zuſammenhang verliehren, und das Glas in Stücken zerbricht, wenn es anders nicht zu ſtark iſt.

11. Der in dem Glaſe erregte Schall, ſcheint eine einzelne Würkung zu ſeyn, ob er gleich in der That nichts anders, als die Summe von einer unendlichen Menge anderer Schalle iſt, deren jeglicher von einem einzigen Schwunge des Glaſes herrührt; weil aber die Zeiten dieſer Schwünge ſo ſchleunig auf einander folgen, ſo merkt man den Raum zwiſchen ihnen nicht; mithin kann man auch den einen Schall von dem andern nicht unterſcheiden, ſondern es ſcheint, als ob alle dieſe Schalle nur einen einzigen ausmachen. Uebrigens hat es hier mit dem Schalle eine ähnliche Bewandtniß wie in dem Verſuche mit einer glüenden Kohle, da man einen feurigen Cirkel zu ſehen glaubt, wenn man ſie geſchwinde in die Runde führt: weil die Kohle in alle und jede Punkte des Cirkels, durch welchen ſie bewegt wird, ſo ſchleunig kommt, daß ſich auf der Retina in dem Auge ſchon ein neuer Eindruck wieder darſtellet, ehe noch die Würkung des vorhergehenden verſchwindet; welches denn die Urſache iſt, daß man die Kohle in einem jedweden Theile deſſelben zu ſehen glaubt.

12. Die

wie z. E. bey den Zahlen 5, 6, 8, 10: denn die Saiten, welche die Längen 5 und 10 haben, machen die Octave; die in der Verhältniß 6 und 10 die große Sexte; 8 und 10 die große Tertie; 5 und 6 die kleine Tertie; 5 zu 8 die kleine Sexte; und 6 zu 8 die Quarte.

Hier kann man merken: daß ſich eine Reihe Zahlen in einer harmoniſchen Proportion umgekehrt wie eine andere Reihe in der arithmetiſchen Progreßion verhält,

12. Die in dem Glaſe gemachten Erſchütterungen aber werden dadurch ſehr merklich, wenn man ein wenig Waſſer hinein thut: denn dieſe Erſchütterungen des Glaſes ſetzen nach und nach das Waſſer in Bewegung, welche immer ſo lange zunimmt, bis es gleich einem Nebel oder Dunſte an der Seite des Glaſes gar merklich allenthalben in die Höhe ſteigt. Uebrigens iſt zu bemerken, daß die Bewegung des Waſſers eben diejenige iſt, wie bey einem Strudel; indem es ſich immer an den Seiten des Glaſes herum bewegt, und zugleich eben ſolche Wellen wirft, wie die See bey einem ſtarken Sturme.

13. Auch kann man die Schwünge des Glaſes dadurch ſinnlich oder merklich machen, wenn man nahe an dem Rande deſſelben eine Schraube befeſtigen läßt: denn wenn man in dieſer Stellung auf das Glas ſchlägt, ſo hört man ſogleich, daß es ſich gegen das Ende der Schraube bewegt. Woraus denn erhellet, daß es nicht nur in eine ſchwingende Bewegung geräth, ſondern auch eine elliptiſche Geſtalt annimmt, indem es ſich auf dieſe Weiſe bewegt, und nicht mehr vollkommen rund bleibt.

wie z. E. $\left\{\begin{array}{l}\text{harmoniſche } 10:12:15:20:30:60. \\ \text{arithmetiſche } 6:\ 5:\ 4:\ 3:\ 2:\ 1:\end{array}\right\}$:
denn hier iſt die Proportion 10: 12: = 5: 6; 12: 15: = 4: 5:; und eben ſo bey allen übrigen. Weswegen denn dieſe Reihen eine augenſcheinliche Verhältniß zu, und Abhängigkeit von einander haben; welches in einigen Aufgaben der theoretiſchen Weltweisheit zu wiſſen, von einem gar guten Nutzen iſt. [CVIII.]

Wenn

[CVIII.] 1. Es bedeuten demnach A, B, C, die drey Zahlen, welche in einer harmoniſchen Proportion ſind. Weil nun in denenſelben A : C : = A — B: B — C iſt; ſo erhalten wir hieraus AB — AC = AC — BC. Wenn alſo zwo unter dieſen dreyen gegeben ſind, ſo kann man durch nachfolgende Regeln die Dritte leicht finden.

Erſte Regel: ſind A und B bekannt, ſo iſt $C = \frac{AB}{2A - B}$.

Zwote Regel: ſind A und C gegeben, ſo iſt $B = \frac{2AB}{A + C}$.

Dritte Regel: hat man B und C, ſo iſt $A = \frac{C}{2C - B}$.

2. Soll man daher eine mittlere muſicaliſch Proportionalgröße auf dem Monochordio finden, welches in 100 gleiche Theile getheilt iſt; ſo kommt hier 100 = A, und die Octave 50 = C; mithin haben vier, vermöge der zwoten Regel, $B = \frac{2AC}{A + C} = \frac{1000}{150} = 66{,}6$, welches die Länge der Saite für die Quinte iſt.

3. Ferner, wenn vier Zahlen A, B, C, D, in einer harmoniſchen Proportion ſind, ſo haben wir, weil A : D = A — B :

Wenn die Linien AD, BG, CH, in einer muſicaliſchen Proportion, oder wie die Zahlen 6, 4, 3, angenommen werden, und wir auf der Linie AD, AE ſo groß annehmen, als BG; AF aber ſo lang, als CH; ſo iſt die Linie AD in den Punkten A, F, E, D, harmoniſch getheilt, oder AD : AF = DE : EF. Und auf dieſe Weiſe iſt die Achſe eines erhabenen runden und hohl runden Spiegels, von dem Gegenſtande, dem Bilde, dem Scheitel des Spiegels, und dem

Tab. XXXIV. Fig. 5.

Tab. XXXV. Fig. 5.

A—B : C—D, AC—AD = AD—DB. Aus welcher Gleichung wir folgende Regeln erhalten:

Erſte Regel: $A = \frac{DB}{2D-C}$.

Zwote Regel: $B = (2D-C) \times \frac{A}{D}$.

Dritte Regel: $C = \frac{2AD-DB}{A}$.

Vierte Regel: $D = \frac{AC}{2A-B}$.

4. Sind alſo drey von dieſen vieren bekannt, ſo kann man allemal die vierte durch eine der vorhergehenden Regeln leicht finden. Hat man daher die drey folgenden Zahlen 10, 8, 6 gegeben, ſo finden wir die vierte harmoniſche Proportionalgröße 5 für die Octave, vermittelſt der Formel $\frac{A \times C}{2A-B} = \frac{10 \times 6}{20-8} = \frac{60}{12} = 5$.

5. Um

Mittelpunkte getheilt, wie ſolches aus Verſuchen leicht offenbar iſt.

Auch erhellen eben dieſe Grenzen der Lichtfarben, wenn ſie durch das Priſma zertheilt werden, in welchem Falle ſie eben ſo, auf die ſieben muſicaliſchen Theilungspunkte des

5. Um die Theorie von der harmoniſchen Proportion noch allgemeiner vorzutragen;

So ſeyn die Glieder in einer harmoniſchen Reihe } A, B, C, D, E, F u. ſ. f.

Und die Unterſcheide zwiſchen jeden zweyen durch } M, N, O, P, Q u. ſ. f. ausgedruckt.

6. So verhält ſich das Product aus den beyden erſten Gliedern in jenen $A \times B$, zu dem Produkte der beyden unmittelbar folgenden $C \times D$, wie ihre zugehörigen Unterſcheide M und O. Denn vermöge der Erklärung der harmoniſchen Verhältniß

haben wir $\begin{cases} A : C = M : N \\ B : D = N : O. \end{cases}$

Folglich $A \times B : C \times D = M \times N : N \times O = M : O.$

Wie auch $\begin{cases} A : C = M : N \\ B : D = N : O \\ C : E = O : P. \end{cases}$

Folglich $A \times B. \times C : C \times D \times E (= A \times B : D \times E) = M \times N \times O : N \times O \times P = M : P.$ Das iſt, $AB : DE = M : P$; und ſo beſtändig fort.

7. Ferner verhält ſich der Unterſcheid zwiſchen den zweyen erſten Gliedern M, zu dem Unterſcheide, zwiſchen zween andern nehmlich O, wie $B - 2M$. zu D oder $M : P = B - 3M : E$; oder $M : Q = B - 4M : F$; und ſo beſtändig fort. Denn wegen der Natur der Progreßion iſt $A : C = M : N$, und ferner $A = B - M$ (weil $B - A =$

des Monochordii fallen: welches wir ausführlicher in der nachfolgenden Vorleſung durch Beyſpiele erläutern werden.

Dieſe Materie werde ich damit beſchließen, daß ich noch einer ganz beſondern Eigenſchaft der muſicaliſchen Saite Erwehnung thue, welche dar-

$B - A = M$) mithin $B - M : C = M : N$; oder es in der gehörigen Form zu geben: ſo haben wir $M : N = B - 1M : C$. Ferner; $B - M : M = C : N$, und vermöge der Diviſion, $B - 2M : M = C - N : N = B : N$; wegen der Erklärung No. 1. aber haben wir $B : N = D : O$, folglich $M : O = B - 2M : D$. Ferner; $B - 3M : M = D - O : O = C : O = E : P$; folglich $M : P = B - 3M : E$. Und wenn überhaupt n = einer Anzahl von Gliedern in der Reihe zwiſchen dem erſten und letzten, das letzte Glied $= Z$, und der Unterſcheid zwiſchen ihm und dem nächſt vorhergehenden S iſt; ſo haben wir $M : S = B - nM : Z$.

8. Weil nun (vermöge N. 6.) $M : S = A \times B : Y \times Z$, und wenn wir ſetzen, Y und Z ſeyn die beyden letzten Glieder in der Reihe; ſo iſt $A \times B : Y \times Z = B - nM : Z$.

9. Weil nun das erſte Glied in der Reihe $A = \frac{A \times B}{B}$, das zweyte $B = \frac{A \times B}{A}$, und $A = B - M$ iſt; ſo bekommen wir für das zweyte Glied $B = \frac{A \times B}{B - M}$. Auf eben die Weiſe haben wir gewieſen, daß das dritte Glied $C = \frac{A \times B}{B - 2M}$, das vierte Glied $\frac{A \times B}{B - 3M}$; und überhaupt, weil $A \times B : Y \times Z = B - nM : Z$, oder, wenn wir die folgenden

durch

innen beſteht: daß ſie, vermittelſt des Schlages der Luft, welcher von dem Schwingen einer andern Saite, die ihr ſehr nahe iſt, herrührt, in Bewe-

durch Z dividiren, $A \times B : Y = B - nM : 1$. Folglich $Y = \frac{A \times B}{B - nM}$; und $n =$ der Zahl der Glieder zwiſchen A und Z iſt, ſo druckt es die Anzahl, oder den Ort aus, welchen das Glied Y in der Reihe einnimmt. Mithin iſt ein gewiſſes Glied Y in der Reihe dem Producte aus dem erſten Gliede A in das zweyte Glied B der Reihe gleich, wenn es durch den Unterſcheid dividirt wird, welcher heraus kommt, wenn man von dem zweyten Gliede B, deſſen Unterſcheid von dem erſten Gliede ſo oft abzieht, als es die Zahl der Glieder von dem erſten, bis zu dem gegebenen Y, anzeigt.

10. Alle Glieder in einer harmoniſchen Progreſſion verhalten ſich unter einander, wie die ihnen in einer arithmetiſchen Reihe zugehörigen Glieder. Die Glieder der erſten Reihe A, B, C, D, E, u. ſ. f. (N. 9.) erhalten ſich alſo, wie $\frac{A \times B}{B}$, $\frac{A \times B}{B - M}$, $\frac{A \times B}{B - 3M}$, $\frac{A \times B}{B - 3M}$, u. ſ. f. bis $\frac{AB}{B - nM}$; welche Reihe, wenn ſie durch $A \times B$ dividirt wird, $\frac{1}{B}$, $\frac{1}{C - M}$, $\frac{1}{B - 2M}$, $\frac{1}{B - 3M}$ u. ſ. f. bis $\frac{1}{B - nM}$ giebt, die zu dieſer harmoniſchen Reihe gehörigen Glieder ſind alſo B, B---M, B---2M, B---3M, bis B---nM; welche Glieder zuſammen in einer arithmetiſchen Progreßion ſind. Wenn nun die harmoniſche Reihe abnimmt, und $A - B = M$, $B - C = N$ u. ſ. f.; ſo erhalten wir $A = M - B$, das iſt, die Zeichen vor M und B werden nur umgekehrt, übrigens bleibt alles wie vorher.

[CIX.]

Bewegung geſetzet wird, wenn beyde mit einander zuſammenſtimmend ſind. Denn wenn die ſchwingende Saite mit der andern einen Ton hat, ſo zittert dieſe ganz und gar; iſt ſie aber eine Octave höher, ſo zittert ſie nur mit ihrer halben Länge; iſt aber die, von welcher die Bewegung herrührt, zwo Octaven höher; ſo zittert auch nur der 4te Theil der andern, und die Bewegung wird immer mit der andern Saite übereinſtimmen: denn ſie zittert nur mit dem vierten Theile ihrer Länge, von einem Ende bis zu dem andern. Iſt alſo A B z. E. eine Saite von 4 Fußen, und CD einen Fuß lang; ſo theilt die letztere, wenn ſie mit einem Federkiele angeſchnellet wird, dieſe ihre Bewegung jener dergeſtalt mit, daß nur die Länge von einem Fuße zu eben der Zeit ſchwingt; welches man dadurch bemerkt, wenn man kleine Stückgen Papier in den Punkten *b*, *d*, *f*, *h*, über die größere hängt, und zwar allemal in der Mitte eines jeden Fußes ihrer Länge, welche denn alsbald herunter gleiten, da hingegen die andern Stückgen *a*, *c*, *e*, *g*, *i*, auf den Enden jedes Fußes der Saite, liegen bleiben, wo ſich jegliche Schwünge anfangen und enden; und wo mithin die ganze Saite überhaupt gar keine Bewegung hat. [CIX.] Tab. XXXIV. Fig. 6.

[CIX.] 1. Was wir hier von den Spiegeln und den Farben des Lichts geſagt haben, wird an ſeinem gehörigen Orte ausführlicher erklärt und bewieſen werden. Daß aber eine Saite A von einer andern B, vermittelſt der Luft, in eine ſchwingende Bewegung geſetzt wird, darf daher niemandem befremden, weil die Luft die Saite A mit eben den Eindrücken in Bewegung ſetzt, welche ſie von der Saite B erhält. Wenn daher die Saite A in eben den Umſtänden iſt, wie die Saite B, oder mit ihr gleiche Länge

und Spannung hat; ſo muß ſie nothwendig auf gleiche Weiſe in eine ähnliche Bewegung kommen.

2. Iſt aber die Saite A noch einmal ſo lang, als B, ſo kann die Luft, wenn nehmlich die übrigen Umſtände gleich bleiben, durch denjenigen Stoß, den ſie von B empfangen hat, die Saite A nicht dergeſtalt bewegen, daß dieſe mit ihrer ganzen Länge zugleich ſchwingen ſollte; ſondern ſie bewegt eine jedwede Hälfte der Saite A, nur ſo, daß ſie eine ähnliche Würkung oder Schwingung verurſacht. Mihin wird die Saite A genau in ihrer Mitte getheilt; da wir denn eben den Fall haben, als wenn beyde gleich lang wären; weswegen denn dieſer Mittelpunkt in Ruhe bleibt.

3. Iſt aber die Saite A dreymal ſo lang, wie B, ſo wird jene aus eben der Urſache in drey gleiche Theile getheilt, und die Schwünge geſchehen mit den Schwüngen dieſer in eben der Zeit; ſo, daß zween Punkte darzwiſchen ruhen; u. ſ. f. für eine jedwede andere Länge. Ferner, wenn ſich die Längen von A und B wie 3 zu 2 verhalten, beyde mit einander harmoniren, und alsdenn die eine angeſchnellet wird; ſo geräth die andere nur zum Theil dergeſtalt in Bewegung, daß die Schwingung der erſten Saite B verändert wird, und eine jede nur mit einem gewiſſen Theile ſchwingt, doch ſo, daß die Schwingung in gleichen Zeiten geſchiehet.

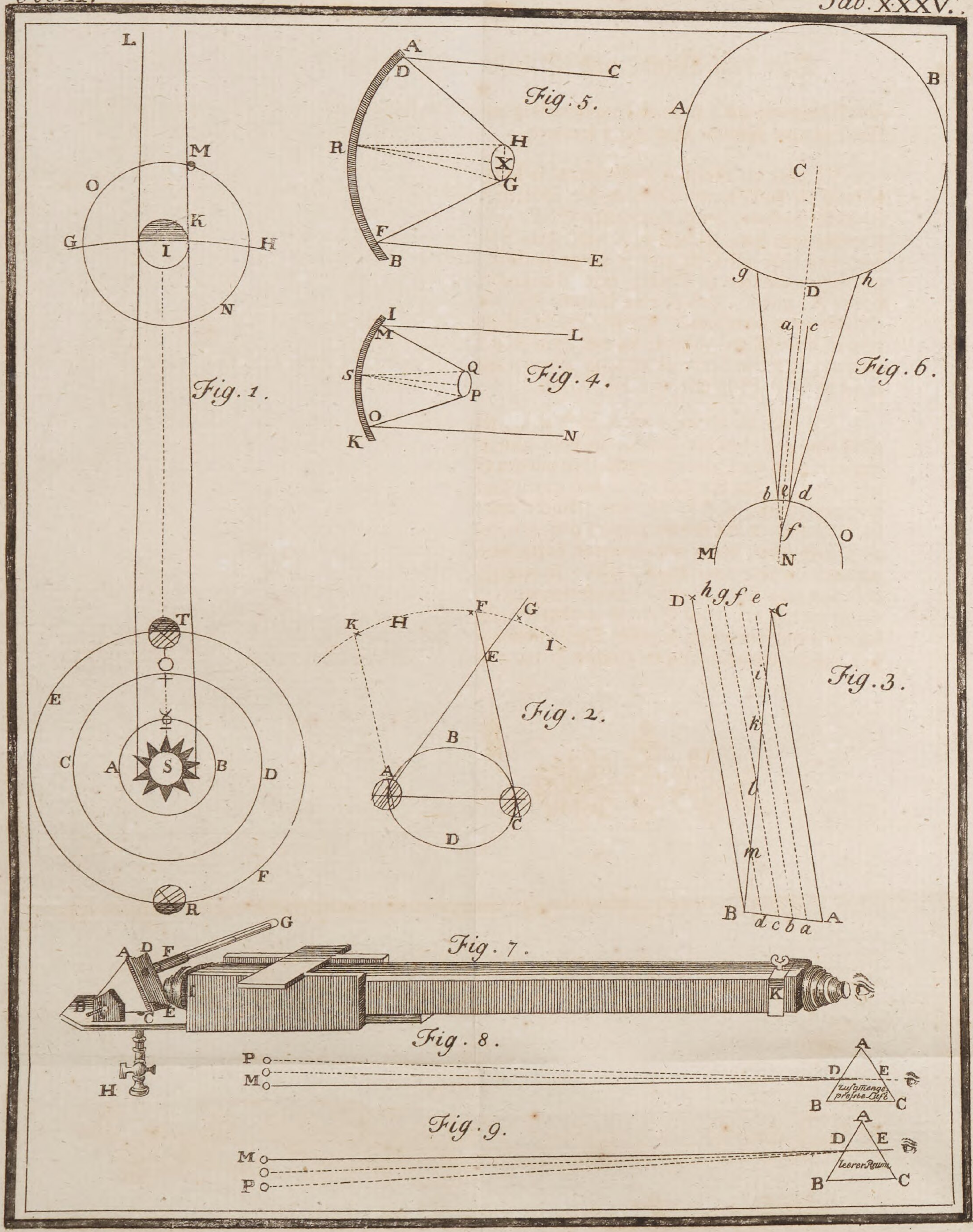


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
zuſamengepreſste Luft
leerer Raum

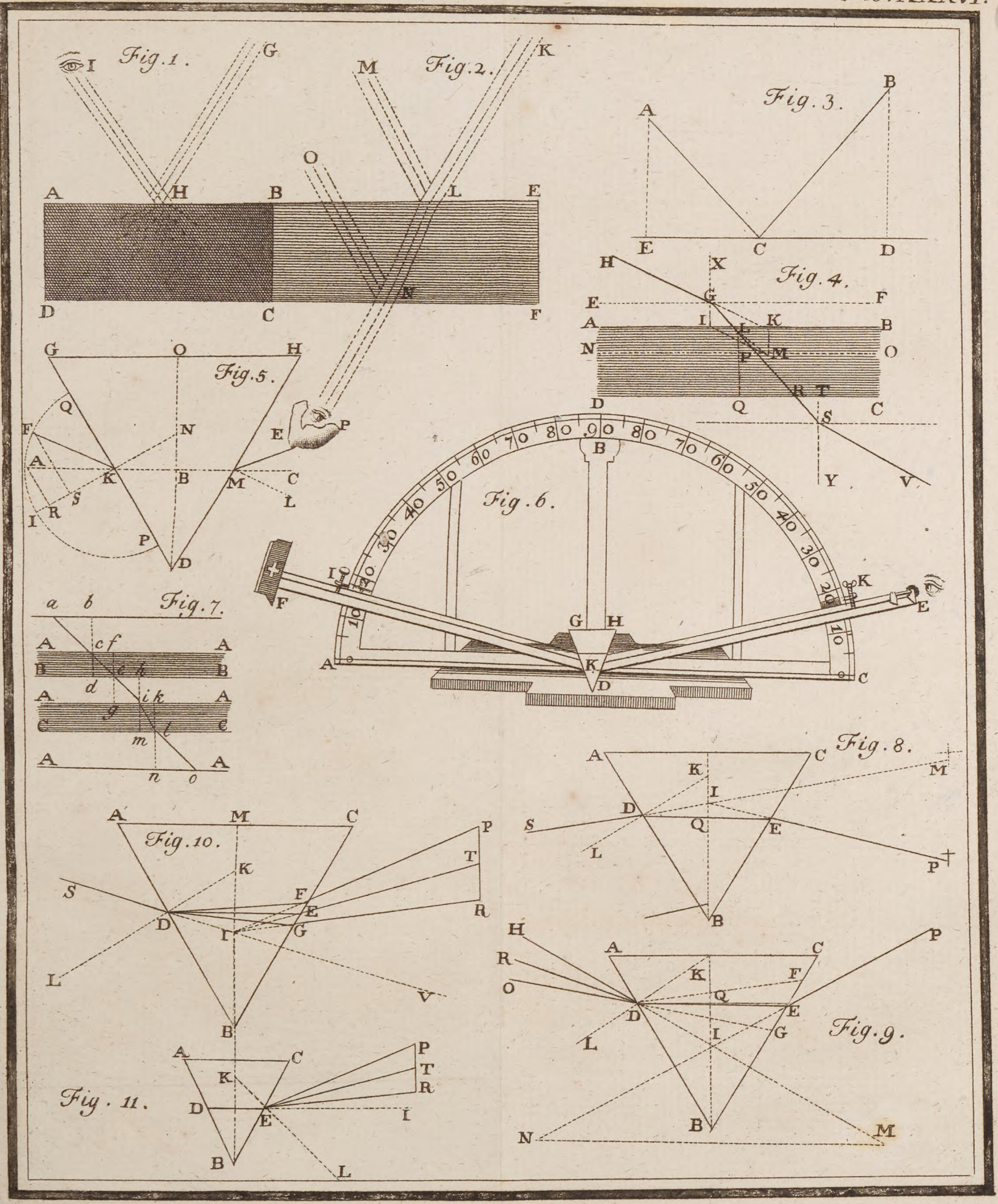


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

Die achte Vorleſung.

Von dem Lichte und Farben.

Inhalt.

Von der Natur und den Eigenſchaften des Lichts; Deſſen Geſchwindigkeit, wie ſie entdeckt und berechnet wird.

Von der Natur der Hitze, des Feuers, der Flamme und dem Brennen.

Von den Irrwiſchen, und andern Körpern, welche in der Nacht leuchten, wie auch von natürlichen und durch die Kunſt gemachten Phoſphoris.

Theorie von der Hitze und Kälte.

Von der unverbrennlichen Materie oder Asbeſt.

Natur und Würkungen der Brenngläſer, Brennſpiegel, oder linſenförmigen Brenngläſer.

Berechnung des Lichts und der Wärme des Mondes.

Urſachen der Durchſichtigkeit und Undurchſichtigkeit der Körper.

Von dem zurückgeworfenen, gebogenen und gebrochenen Lichte.

Beweis der Grundgeſetze deſſelben.

Verſchiedenheit der brechenden Kraft mancherley Arten der körperlichen Materie.

Beſtimmung des Sinus des Einfallswinkels und Brechungswinkels.

Von dem wahren und ſcheinbaren Orte eines Gegenſtandes.

Zergliederung der Sonnenſtrahlen; verſchiedene Art und Beſtimmung ihrer ungleichen Brechung.

Verſuche, welche über dieſe Materie angeſtellt ſind.

Von

Von den verſchiedenen Lichtfarben, welche durch das Priſma erſcheinen;

Deren harmoniſche Verhältniß und Ausbreitung nach der Länge bey dem Sonnenbilde.

Eben daher geleitete Erklärung der Farben der natürlichen Körper.

Beweis der verſchiedenen Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen durch Verſuche.

Unterſuchung der Urſache hiervon.

Von den Kreiſen des gefärbten Lichts zwiſchen den Glasſcheiben und Waſſerblaſen.

Erklärung der verſchiedenen Ordnungen und Grade der Farben.

Wie es zugehe, daß einige Körper das Licht ſo leicht zurück werfen, oder durchlaſſen.

Künſtliche Vermiſchung der Farben.

Von dem Regenbogen; und Erklärung deſſen Urſachen; nebſt denen dahin gehörigen Berechnungen.

Erklärung der Eigenſchaften des gefärbten Kreiſes um die Sonne oder den Mond.

Daß das Licht nicht etwan nur eine bloße Eigenſchaft einiger Körper, ſondern an ſich ſelbſt ein würklicher Körper, oder verſchiedene Art der Materie, und mit allen natürlichen Eigenſchaften begabt ſey, welche der Materie überhaupt eigen iſt, wird, wie ich hoffe, aus folgenden hieher gehörigen Verſuchen augenſcheinlich genug erhellen. Vor gegenwärtig muß ich nur ſo viel als erwieſen annehmen: daß das Licht aus unbegreiflich zarten Theilgen der Materie von verſchiedener Größe beſteht, welche von einem jedweden Punkte der Oberfläche des leuchtenden Körpers, in geraden Linien, und nach allen Richtungen, mit einer ungemeinen Geſchwindigkeit, entweder ausfließt oder zurück geworfen wird, und die Kraft oder Stärke deſſelben beſtändig in eben der Verhältniß abnimmt, wie

wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen.

Daß die Lufttheilgen durch die Feuchtigkeiten oder flüßige Materie in dem Auge bis zu der Retina, oder zarten Häutgen des Sehenervens, welches über den ganzen inwendigen hintern Theil des Auges verbreitet iſt, gebrochen, und auf demſelben die Bilder von den äußern Körpern oder Gegenſtänden, abgebildet werden, das vornehmſte Mittel ſind, welches zum Sehen erfordert wird, werden wir in der nächſt folgenden Vorleſung zur Gnüge beweiſen.

Gegenwärtig aber das Licht nach ſeinen verſchiedenen Unterſcheidungsmerkmalen und Eigenſchaften, wodurch es von andern natürlichen Körpern unterſcheiden wird, betrachten, und dieſe merkwürdigen, ſowohl zufälligen als weſentlichen Eigenſchaften auszumachen und zu beſtimmen ſuchen, die ihm vor allen übrigen Körpern eigen, und die Urſachen von ſo vielen ſehr ſonderlichen und außerordentlichen Begebenheiten in der Natur ſind.

Daß aber die Lufttheilgen ganz unbegreiflich zart ſind, erhellet daraus, weil die größeſte Menge des Lichts, wenn es auch am allermeiſten verdickt iſt, wie z. E. bey einer Flamme, kaum ein merkliches Gewicht oder Schwere hat; welche Schwere doch, wie wir an ſeinem Orte im Vorhergehenden erwieſen haben, ſich jederzeit wie die Menge der Materie in allen Körpern verhält. Ferner auch daraus, weil dieſe Lichttheilgen die Zwiſchenräumgen der durchſichtigen Körper, ſo hart oder ſchwer ſie auch immer ſeyn mögen, wie z. E. des Glaſes und Demants, ſo ungehindert durchdringen. Wir ſind aber von dieſer Zartheit derſel-

derſelben, dadurch noch mehr überzeugt, daß der Stoß, von einem Lichttheilgen, welcher auf uns würkt, keine merkliche Kraft hat; welche doch, in Betracht der ausnehmenden Geſchwindigkeit dieſer Materie gar empfindlich, und zugleich unerträglich ſeyn müßte, wenn dieſe Theilgen auch nur eine merkliche Größe hätten.

Nichts deſto weniger aber finden wir doch, daß dieſe Lichtſtrahlen, aus verſchiedenen Arten der Theilgen beſtehen, welche von allen Körpern ausfahren; und daß der Unterſcheid dieſer Strahlen von der verſchiedenen Größe dieſer Theilgen herrühre, ſcheint daraus vollkommen klar zu ſeyn, weil ſie ſich nach verſchiedenen Richtungen hinbewegen, durch welche ſie nehmlich bewegt werden, nachdem ſie entweder durch einen Körper von Glas, Waſſer u. d. gl. fahren, welcher ſeine beſondere Geſtalt hat, wie z. E. diejenige, die dem Priſma vornehmlich eigen iſt.

Daß aber die Lichtheilgen von einem jedweden Punkte der Oberfläche des Körpers ausfahren, erhellet daraus: daß ein beſtimmter Punkt, in der Oberfläche des Körpers, dem Auge in einer jedweden Stellung ſichtbar iſt, von welcher eine gerade Linie, bis zu dem erwehnten Punkte, gezogen werden kann; welches nicht geſchehen könnte, wenn nicht das Licht von dieſem Punkte nach allen und jeden Richtungen in gerader Linie ausſtrömte.

Daß endlich dieſe Ausſtrömung der Materie des Lichts von dem Körper nach geraden Linien geſchiehet, iſt aus den Verſuchen mit den Sonnenſtrahlen, einem jeden andern Lichte u. d. gl. beſonders in einem finſternen Zimmer, ganz unwiderſprechlich; wie auch aus dem Schatten, welchen

chen alle Körper, was für eine Geſtalt ſie auch immer haben mögen, beſtändig nach einer Seite werfen, wenn nur die andere Seite gerade gegen über erleuchtet wird: da denn der Schatten beſtändig von den geraden Linien umſchränkt wird, die man von dem leuchtenden Punkte und bey den äußern Saiten dieſer Körper vorbeyzieht. [CX.]

Die

[CX.] 1. Vor dem Herrn Iſaac Newton wußte man kaum etwas von der Natur und den Eigenſchaften des Lichts; ſondern man hielte es bloß für eine zufällige Eigenſchaft der Materie, und daß es durch den Druck fortgepflanzt würde; und ich weiß nicht, was man vor abgeſchmackte Dinge mehr von ihm behauptete, welche eben ſo verdrüßlich zu leſen, als eckelhaft zu wiederhohlen ſind. Wir übergehen alſo die elenden Träume eines Carteſius, und betrachten dieſe vortrefliche Erſcheinung auf eine bloße Newtonſche Art; weil dieſe von der Beſchaffenheit iſt, daß ſie über das ganze Angeſicht der Natur und des Lichtes ſelbſt, einen neuen Glanz verbreitet.

2. Das Licht iſt eine körperliche Materie, und was wir im eigentlichſten Verſtande einen Körper nennen. Woran man aus der Urſache nicht zweifeln darf, weil wir an ihm bemerken, daß es eine Bewegung hat, oder in einer gewiſſen Zeit verbreitet wird; daß es eine Würkung auf die Körper hat, und merkliche Veränderungen in ihrer Natur und Geſtalten verurſachet. Uber dieſes iſt es ein Weſen, auf welches die Körper auf die Weiſe würken, daß ſie es zurückwerfen, biegen und brechen, wenn es auf ihre Oberfläche fällt, oder in ihre Zwiſchenräumgen eindringt. Man würde auch ohnfehlbar bemerken, daß es eine Schwere, und alle übrigen Eigenſchaften an ſich hätte, welche der Materie eigen ſind; wenn nur dieſe Theilgen nicht gar zu ſehr zart wären, daß wir ſie ganz und gar nicht einmal empfinden können.

3. Wir müſſen aber das Licht nicht nur als einen bloßen Körper, ſondern zugleich als einen ſehr würkſamen

Die Geſchwindigkeit der Lichtſtrahlen übertrift die Geſchwindigkeit aller übrigen Körper, die wir nur kennen. Denn wenn wir die Ver-

finſterun-

ſamen Urgrung, oder als eine allgemeine Würkung in der Natur, betrachten. Ja es iſt noch die wichtige Frage zu entſcheiden, ob es nicht gar die erſte bewegende Urſache ln der Natur, oder der Urſprung der Bewegung und Würkung in allen übrigen Körpern ſey. Wären die Lufttheilgen ganz und gar vernichtet, ſo würden uns keine Merkmale oder Spuren des Feuers und der Hitze übrig bleiben, mithin auch keine Kraft der Bewegung in den Körpern; ſondern alle Dinge würden ohne Unterſcheid nichts anders, als ein bloßer Schein der todten, ſteifen und unbiegſamen Materie ſeyn, welche auch ganz und gar keine Wärme hätte, und nächſt dieſem vollkommen finſter wäre.

4. Die göttliche Weisheit und Vorſehung erhellet daher aus nichts ſo augenſcheinlich, als durch die allgemeine Zartheit der Lichttheilgen: denn ohne dieſe Eigenſchaft könnten ſie die Zwiſchenräumgen der Körper ohnmöglich durchdringen; mithin es auch keine durchſichtige Materie der Körper geben, und man wäre vermögend, mit der bloßen Oberfläche eines jedweden Körpers, einen andern Gegenſtand, vor den Augen der Menſchen zu verbergen. Ferner verhält ſich die Geſchwindigkeit eines Körpers beſtändig wie die Menge ſeiner Materie umgekehrt, je kleiner alſo der Körper iſt, eine deſto größere Geſchwindigkeit kann er auch von eben der Kraft erhalten. Weswegen es denn geſchehen kann, daß das Licht, weil es von eben dieſer Beſchaffenheit iſt, ſich durch einen ungeheuern Raum in einer kaum merklichen Zeit bewegt, welches denn, bey der gegenwärtigen Einrichtung nud Beſchaffenheit der Natur, gewiß nicht wenig nothwendig iſt.

5. Endlich aber iſt es auch aus der Urſache ganz unumgänglich nöthig, daß die Lufttheilgen ſo ausnehmend zart ſind, damit, wenn ſie mit ihrer ungemeinen Geſchwindigkeit haufenweiſe auf die Körper ſtoßen, ſie keine merkliche Kraft haben, welche ſonſt

gar

finſterungen der Jupiterstrabanten zu der Zeit beobachten, wenn ihnen die Erde am nächſten iſt, und alsdenn abermal, wenn ſie von dieſem Plane-

gar empfindlich, und daher zugleich den zarten Gewächſen oder thieriſchen Körpern unerträglich ſeyn würde. Um aber von der Geſchwindigkeit der Lichttheilgen ein Beyſpiel anzuführen, ſo hat man gefunden, daß ſie ſich in Zeit von einer Secunde durch einen Raum von 897600000 Fuß bewegen. Wenn wir nun annehmen, daß ihre Materie nur den millionſte Theil von einem Grane ſey; ſo verhält ſich die Kraft, mit welcher ſie auf einen Gegeſtand ſtößt, wie $\frac{897600000}{100000} =$ 897,6 Fuß in einer Secunde für ein Gran; das iſt, ſie würde mit eben der Kraft würken, mit welcher das Gewicht von einem Grane würkt, wenn es von einer halb ſo großen Höhe, oder 448,8 Fuß gefallen wäre. Welche Kraft wir ſchon gar merklich empfinden würden, beſonders in den Verſuchen, wozu das Auge erfordert wird; und in welchen die zarten Häutgen über demſelben ſchon genug ausſtehen müßten.

6. Weil ſich nun das Gewicht der Körper, wie die Menge der Materie verhält, ſo folgt: daß, wenn die letztere unendlich vermindert wird, es mit jener auch eben dieſe Bewandtniß habe. Woraus denn folgt, daß die Schwere des Lichts unmerklich ſeyn müſſe; man mag es auch in einer ſo großen Menge annehmen, als man immer wolle. Der Herr Boerhaave ließ eine eiſerne Kugel von 12 Zoll im Durchmeſſer glüend machen, hieng ſie an eine genaue Wage, brachte ſie durch Gewichte an dem andern Ende, in einen genau wagerechten Stand, und ließ beyde Körper in dieſem Zuſtande ſo lange hängen, bis alle Theilgen der Hitze und des Lichts verflogen waren: worauf er denn fand, daß das Gleichgewicht auf keine Weiſe verändert worden war. Woraus alſo offenbar iſt, was wir behaupten, daß nehmlich die Theilgen des Lichts und der Hitze kein merkliches Gewicht haben.

Planeten die größeſte Entfernung hat; ſo finden wir, daß ſich dieſe Verfinſterungen zu früh äuſſern, in dem letztern aber zu ſpät, und zwar um einen

7. Daß aber dieſe Lichttheilgen nicht nur eine würkliche Größe, ſondern dieſe auch zugleich in verſchiedenen Graden haben, iſt abermal, wie ich dafür halte, eine ſehr künſtliche Entdeckung der Newtonſchen Weltweisheit. Die Ausdrücke der Verſchiedenheit des Gröſſern und Kleinern können daher ebenfalls bey ihnen gebraucht werden, wie bey andern Körpern. Dieſes aber erhellet daraus unwiderſprechlich, daß dieſe Theilgen eine verſchiedene Brechung leiden, wenn ſie durch das Glas oder Waſſer dringen, und es eine prismatiſche Geſtalt hat: denn die Kraft des Priſma hält die Theilgen zurück, wenn ſie aus den vorerwehnten Materien wieder heraus fahren wollen, und zieht ſie ein wenig gegen die Oberfläche. Weil nun dieſe Kraft beſtändig gleich iſt, ſo hätte ſie auch auf alle Lichttheilgen eine gleiche Würkung, wenn alle von einerley Größe wären, weil ſie alsdenn allerſeits eine gleiche Geſchwindigkeit hätten. Weil aber dieſe Würkung der erwehnten Theilgen verſchieden iſt, und einige aufgehalten und weiter zur Seite gezogen werden, als andere; ſo folgt: daß ſie zum Theil kleiner, zum Theil größer ſeyn müſſen, damit die anziehende Oberfläche der Körper auf jene eben ſo würken könne, wie die elektriſche ausfließende Materie auf gar kleine und leichte Körper würkt, und ſie viel eher und leichter in Bewegung ſetzt, als diejenigen, welche größer ſind. Hiervon aber ſoll alsdenn ausführlicher gehandelt werden, wenn wir auf die beſondere Art und Weiſe kommen, in welcher dieſe Kraft die Lichtſtrahlen bricht.

8. Würde das Licht aber nicht von einem jedweden Punkte der Oberfläche eines Körpers nach allen Seiten hingeworfen, ſo könnte man einen gewiſſen Punkt oder Raum angeben, zu welchem der Lichtſtrahl von der Oberfläche nicht gelangte, mithin in dieſem Punkte auch der Punkt der Oberfläche nicht geſehen werden; weil aber das Auge keinen ſolchen Punkt oder Raum in der ganzen ſichtbaren halben Kugelfläche finden kann, welche

einen Unterſcheid in der Zeit, welcher 8 Minuten und 13 Secunden beträgt. Woraus denn erhellet, daß das Licht, wehrend dieſer Zeit, ſich durch einen Raum bewegt, welcher ſo groß iſt, als der Halbmeſſer derjenigen Fläche, die zwiſchen der Erdbahn liegt, und ſich auf 82,000,000, engliſche Meilen erſtreckt; welches denn ohngefehr 170,000 Meilen in einer Secunde beträgt, und mithin die Geſchwindigkeit des Lichts beynahe 680,000 mal größer iſt, als die Geſchwindigkeit des Schalles. [CXI.]

welche zu dieſem Punkte gekehrt iſt, in welchem derſelbe nicht geſehen werden könnte, ſondern allenthalben ſichtbar iſt; ſo muß auch der Lichtſtrahl von demſelben zu einem jedweden Theile des Raums hingeleitet werden, zu welchem gerade Linien gezogen werden können.

9. Daß aber die Lichtſtrahlen nach geraden Linien fortgehen, iſt daher klar, weil ein Körper, wenn man ihn vor das Licht hält, den Schatten allemal von eben der Geſtalt, nach der Seite gerade gegen über, auf eine parallele Ebene wirft. Daher wirft der Cirkel einen runden Schatten, das Dreyeck einen dreyeckigten u. ſ. f. Woraus denn ganz offenbar erhellet, daß die Lichtſtrahlen an den äußern Seiten der Körper genau in geraden Linien hinweg ſtreichen; außer nur diejenigen, welche ganz nahe an die Seiten des Körpers fallen: denn dieſe werden ein wenig gebrochen; woher es denn kommt, daß die äußerſten Grenzen des Schattens nicht ſo recht deutlich von dem erleuchteten Raume auf der Fläche zu unterſcheiden ſind, als es ſonſt geſchehen würde, wenn ſie keine ſolche Brechung litten. Von welcher Sache wir aber im Folgenden ausführlicher handeln werden.

[CXI.] 1. So wie alle übrigen Eigenſchaften des Lichts den alten, und den meiſten unter den neuern Weltweiſen, ſchlechterdings unbekannt waren, ſo hatten ſie auch von der Geſchwindigkeit deſſelben eben

Wird aber das Licht in geraden Linien ausge- ſtoßen, ſo muß ſeine Kraft oder Dichtigkeit in eben der Verhältniß abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. Mithin verhält

ſich

ſo wenig einen Begrif, ſondern glaubten bis auf die Zeiten des Reaumür, daß die Bewegung des Lichts durch den unendlichen Weltraum in einem Augenblicke geſchähe. Als aber ſowohl der gedachte Herr Reaumür als andere Weltweiſen um eben dieſe Zeit, fleißige Beobachtungen der Verfinſterungen der Jupitersmonden anſtelleten; ſo fanden ſie, daß dieſe nicht mit den aſtronomiſchen Tafeln und Berechnungen übereinſtimmten; wo man die Zeiten nach der Entfernuug von dem Mittelpunkte der Sonne berechnet, und wo man ſich das Auge des Zuſchauers vorſtellen muß, wenn es die erwehnten Verfinſterungen oder Bedeckungen der gedachten Monden, vor dem Sonnenlichte, beobachten will.

Tab. XXXV. Fig 1.

2 Dieſes aber deſto deutlicher zu machen; ſo ſey S der Mittelpunkt der Sonne, AB der Kreislauf des Mercur, CD die Laufbahn der Venus, EF die Erdbahn, und GH ein Theil der Bahn des Jupiter; I ſey der Körper des Jupiter, und ML deſſen Schatten; OMN die Bahn eines Jupitertrabanten, welcher eben in den Schatten des Jupiters hinein tritt. Stellen wir uns nun den Beobachter in S vor, ſo muß derſelbe den Mond M genau zu eben der Zeit in den Schatten hinein treten ſehen, wie ſie nach den aſtronomiſchen Tafeln berechnet iſt *. Ein Zuſchauer auf der Erde

T aber,

* Dieſes iſt lange nicht vollkommen wahr, ſondern nur alsdenn, wenn der Jupiter keine Dicke hätte, oder dieſelbe für nichts gerechnet werden könnte, oder auch beyde Weltkörper unendlich weit entfernt wären. Weil man auf dieſen Umſtand, ſo viel mir bekannt iſt, bey der Berechnung der Zeit des Eintrittes des gedachten Monden in den Schatten des Jupiters, nicht geachtet hat; ſo kann auch dieſe Beabachtung das noch lange nicht beweiſen, was ſie beweiſen ſoll: ſondern der Beobachter in T verliehrt den Mond M eher, der in S

ſpäter,

ſich die Menge des Lichts auf den ſechs Planeten Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn, welches ſie von der Sonne erhalten, beynahe wie 700, 200, 100, 43, 3, 1; wenn

T aber, bemerkt beſtändig, daß dieſes eher geſchiehet; alsdenn aber ſpäter, wenn die Erde in dem Punkte R ſteht, und zwar um einen Unterſcheid in der Zeit, welcher ungefehr 7 Minuten beträgt. Dieſe Beobachtung gab den erſten Beweis, daß ſich das Licht in einer gewiſſen Zeit bewegte und ungefehr 14 Minuten Zeit gebrauchte, ſich durch den Durchmeſſer von T bis R, oder 7 Minuten erforderte, ſich von der Sonne S bis zu der Erde T zu bewegen.

3. Allein, ob gleich dieſes ein vollkommener Beweis iſt, daß das Licht ſich in einer gewiſſen Zeit fort bewegt, ſo war es nichts deſtoweniger doch nur ein ziemlich grober Verſuch und nicht ſo genau, daß daraus die eigentliche Größe der Geſchwindigkeit des Lichts hätte beſtimmet werden können. Dasjenige Verfahren aber, wodurch man dieſe genauer beſtimmet hat, beſtehet darinnen. Obgleich Herr Iſaac Newton die Bewegung der Erde aus den Geſetzen der Schwere bewieſen hat, ſo urtheilten doch nichts deſtoweniger diejenigen, indem wenige vermögend waren, ſein Buch zu verſtehen, weil ſie die Lehrart nicht begreifen konnten, in welcher es geſchrieben war, und nichts deſto weniger doch die Wahrheit gerne auf eine andere Weiſe einſehen wollten, gar recht, daß, wenn ſich die Erde um die Sonne bewegte, ſie nothwendig eine ſcheinbare Bewegung eines unbeweglichen Körpers, in einer gewiſſen Entfernung von demſelben, verurſachen müßte.

ſpäter, und der in R am allerſpäteſten aus dem Geſichte, wenn er in den Schatten trit. Kommt er aber wieder heraus, ſo iſt es genau umgekehrt: denn der in R ſieht ihn am erſten, der in S ſpäter, der in T aber am allerſpäteſten.

wir annehmen, daß ihre Entfernungen in eben den Verhältniſſen ſind, wie ſich die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52 und 95 verhalten.

Von

Tab. XXXV. Fig. 2. 4. Wenn alſo ABCD die Erdbahn vorſtellet, A und C aber zween Oerter der Erde in einander entgegen geſetzten Jahreszeiten; ſo wird ein unbeweglicher Körper z. E. E, von der Erde A in der Linie AE geſehen, weswegen denn der Beobachter glaubt, er ſähe den Körper E in dem Punkte G des hohlſcheinenden Weltraums HI. In der entgegen geſetzten Zeit des halben Jahres aber wird dieſer Körper E aus dem Punkte C in der Strecke CE beobachtet; weswegen denn der Zuſchauer den Körper E in dem Punkte F des unendlichen Weltraums zu ſehen glaubt, ſo, daß wehrend der Zeit, da ſich die Erde von A durch D nach C bewegt, der Körper E, ob er gleich unbeweglich iſt, dennoch das Anſehen gewinnet, als ob er ſich in eben dieſer Zeit, durch den Raum GF beweget hätte; und der Winkel, welcher dieſe ſcheinbare Bewegung des Gegenſtandes miſſet, nehmlich AEC, wird die Parallaxe, oder auch der parallactiſche Winkel der jährlichen Erdbahn aus der Urſache genennet, weil er den ſcheinbaren Durchmeſſer AC der Erdbahn bis zu dem Körper E, beſtimmet oder miſſet.

5. Dieſen Umſtand wendete man daher auf die Fixſterne an, und man ſchloß daraus, daß dieſe in der That eine ſcheinbare Bewegung oder Parallaxe haben müßten, wenn man nur ein ſo genaues Inſtrument hätte wonit ſie beobachtet werden könnte; dieſes aber würde alsdenn der allervollkommenſte Beweis von der jährlichen Bewegung der Erde ſeyn. Mithin bemüheten ſich verſchiedene Gelehrte dieſe Parallaxe der Fixſterne zu beſtimmen; und der Herr Samuel Molyneux beobachtete im Jahr 1725, mit einem Inſtrumente, welches der ſehr accurate Herr Graham verfertigt hatte, den glänzenden Stern in dem Kopfe des Drachen, als er nahe bey dem Zenith vorbey gieng. Herr Bradley hat die Parallaxe ebenfalls eine geraume Zeit bemerkt, indem er eben dieſen Stern beobachtete. Nachdem er nun verſchiedene Beobachtungen mit aller Sorg-

falt

Von der erſtaunenden Geſchwindigkeit der Lichttheilgen rühren übrigens ihre ausnehmenden Würkungen in Betracht der Hitze, Flamme, des Brennens, Schmelzens u. ſ. f. her: denn

falt angeſtellet, ſo ſchien es ihm, daß der Stern um 39 Secunden eines Grades im September weiter gegen Norden ſtünde, als im Märze, welches aber genau das Gegentheil von dem wahr, was man bemerken mußte, wenn die Sterne eine würkliche Parallaxe hätten: das iſt, diejenigen Beobachter, welche den Stern im September bey dem Punkte F ſahen, beobachteten ihn den folgenden März in dem Punkte K in der geraden Linie AK, welche mit CF parallel iſt; und keinesweges in dem Punkte G, wo er doch hätte erſcheinen müſſen, wenn er einen parallactiſchen Winkel und mithin eine parallactiſche ſcheinbare Bewegung gehabt hätte.

6. Dieſe unerwartete Erſcheinung machte die Beobachter gewiß nicht wenig ſtutzig und Herr Molyneux ſtarb, ehe man noch die eigentliche Urſache derſelben entdecket hatte. Nach ihm gab ſich Herr Bradley mit einem andern Inſtrumente, welches accurater zu dieſem Gebrauche eingerichtet war, und beobachtete eben dieſe Erſcheinungen, nicht nur an dem erwehnten, ſondern an andern Sternen mehr. Er wurde aber durch verſchiedene Proben vollkommen überzeugt, daß dieſe Erſcheinung keinesweges von dem Mangel der Genauigkeit der aſtronomiſchen Werkzeuge oder Beobachtung mit denenſelben herrührte; ſondern, nachdem er darüber verſchiedene Betrachtungen angeſtellet und Hypotheſen angenommen hatte, welche alle aber nicht hinreichend waren, ſie zu erklären; ſo fand er endlich, daß es würklich vor der Bewegung des Lichts in einer gewiſſen Zeit und der merklichen Verhältniß herrührte, welche deſſen Geſchwindigkeit zu der jährlichen Geſchwindigkeit der Bewegung der Erde hat *.

* Dieſe Beobachtung beweiſt ſo wenig, wie die vorige, daß ſich das Licht in einer Zeit bewege; wohl aber dieſes,

wenn dieſelben merklich dichter zuſammen kommen, ſo würken ſie auf die Theile der thieriſchen Körper ungleich nachdrücklicher, und erregen die Empfindungen der Hitze vermöge der ſtarken innerli-

7. Daß dieſes die wahre Urſache ſey, davon war er deswegen vollkommen überzeugt, weil man nicht nur ganz und gar keinen andern Grund angeben konnte, woraus ſich dieſe Erſcheinung erklären ließe, ſondern weil dieſelbe auch aus der vorerwehnten Hypotheſe nothwendig erfolgt, wie ſolches folgendermaßen erhellet.

Tab. XXXV. Fig. 3. Es ſtellet demnach AB einen Theil der jährlichen Erdbahn vor, C aber ſey ein Stern, welchen der Beobachter auf der Erde aus dem Punkte A erblickt. Nachdem nun die Erde in B gekommen iſt, ſo wird der Stern nicht mehr wie vorher in C bemerkt, ſondern in dem Punkte D einer Linie BD, welche mit AC parallel iſt: denn es ſey AB in die gleichen Theile A*a*, *ab*, *bc*, *cd*, *d*B, getheilt; und alsdenn ziehe man die Parallellinien mit AC und BD. Nun verhalte ſich aber ferner die Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bewegung zu der Geſchwindigkeit des Lichts, wie AB zu CB. Wenn ſich nun die Erde von dem Punkte A hinweg bewegt, und man annimmt, die Bewegung des Lichtſtrahls von dem Sterne in C, nähme nach der Richtung CB, welche auf AB perpendicular iſt, ihren Anfang; ſo iſt klar, daß,

ſes, was Newton daraus hergeleitet hat, daß man keine Parallaxe der Fixſterne deswegen beobachten könne, weil der Durchmeſſer der Erdbahn gegen die Entfernung der Fixſterne für nichts zu rechnen iſt. Wie kann aber Herr Bradley ſchon muthmaaßen und annehmen, daß das Licht ſich in einer Zeit bewege, da doch dieſes eben dasjenige iſt, was er erſt unterſuchen ſoll. Gilt aber die eben vorhergehende Beobachtung etwas, daß das Licht ſich von der Sonne bis zu uns in 8 Minuten und 13 Secunden bewegt; ſo ſieht man ja die augenſcheinliche Unmöglichkeit, daß dieſer etwas beweiſen könne, weil das Licht der Fixſterne erſt in einigen Jahren zu uns gelangt.

nerlichen Bewegung, die ſie in jeglichen Theilen verurſachen. Daher ſind alle Körper entweder **heißer** oder **kälter**, nachdem ſie nehmlich eine größere oder geringere Menge der Feuertheilgen

daß, wenn die Erde in *a* angelanget iſt, das Lichttheilgen nach *i* gekommen ſeyn wird, welcher der Punkt iſt, in dem die Linie *ae* die Linie BC ſchneidet, und der Stern in der Richtung *ai* geſehen oder nach dem Punkte *e* referiret werde. Nachdem nun die Erde in *b* gekommen, ſo hat ſich das Lichttheilgen auf eben die Weiſe bis nach *k* bewegt, weswegen man es denn in *f* zu ſehen glaubt u. ſ. f. Iſt nun die Erde nach den Punkten *cd* B gekommen, ſo wird das Lichttheilgen, nachdem es zu den Punkten *l*, *m* und B gelanget iſt, gekommen ſeyn, der Stern aber erſcheint nach und nach in den Punkten *g*, *h* und D *.

8. Wenn nun CA die Achſe des Fernrohres vorſtellet, welche den Winkel BAC mit der Richtung der Bewegung der Erde AB macht; und der Beobachter, nach

* Wer kann doch dem Herrn Bradley hier erlauben, anzunehmen, daß ſich die Geſchwindigkeit des Lichts zu der Geſchwindigkeit der ähnlichen Erdbewegung, wie die Entfernung der Fixſterne von der Erdbahn zu eben dieſer verhalte? Dieſes iſt in der That ſehr viel mehr angenommen, als man einmal mit vieler Mühe und ſehr künſtlich gemachten aſtronomiſchen Werkzeugen ſucht. Sollte die Beobachtung etwas beweiſen, ſo hätte Herr Bradley das Lichttheilgen, welches ſich nach und nach von C durch die Punkte *i*, *k*, *l* u. ſ. f. bewegt, erſt ſorgfältigſt bemerken müſſen, damit es nicht mit andern vermengt würde. Dergleichen Hypotheſen aber hier anzunehmen, welches ſonſt zuweilen in aſtronomiſchen Dingen geſchiehet, leidet die Beſchaffenheit der Sache gar nicht. Zu geſchweigen, daß man aus practiſch-geometriſchen Gründen beweiſen kann, daß ein ſolcher Winkel nicht gemeſſen werden kann, welchen Herr Bradley gemeſſen haben will.

enthalten, und eben daher einen ſtärkern oder ſchwächern Grad der innerlichen Bewegung der Theile haben.

Wenn

nach B kommt, den Stern in D ſiehet, welches nicht geſchehen kann, wenn das Fernrohr nach der ſenkrechten Linie BC gerichtet iſt: ſondern der Unterſcheid der Lagen der Linien DB und BC, oder der Winkel DBC ſo klein iſt, daß er nicht mehr beträgt, als 20 Secunden und 15 Tertien; ſo hat man nachfolgende Verhältnis der Saiten BC zu CD oder AB, wie 10210 zu 1, woraus denn erhellet: daß die Geſchwindigkeit des Lichts zehntauſend zweyhundert und zehnmal größer iſt, als die Geſchwindigkeit der Erde in ihrer Bahn.

9. Man weiß aber, daß die Geſchwindigkeit der Erde, in 365 Tagen ohngefehr 500,000,000, Meilen, oder 56000 Meilen in einer Stunde beträgt; mithin findet man die Geſchwindigkeit des Lichts 170,100, Meilen oder 897,600,000 Fuß in einer Secunde. Weswegen es denn von der Sonne bis zu uns in 8 Minuten 13 Secunden gelangt.

10. Wenn die Kugel aus einem Canon eine Meile oder 5280 Fuß perpendicular in die Höhe getrieben wird, ſo iſt die Geſchwindigkeit, mit welcher ſie aus der Mündung des Canons fährt, wenn ſie einförmig bleibt, 10,560 Fuß in $18\frac{1}{4}$ Secunden; welches die Zeit iſt, da ſie gerade in die Höhe ſteigt oder herunter fällt: mithin iſt die Geſchwindigkeit einer Canonkugel 578 Fuß in einer Secunde. Weswegen ſich denn die Geſchwindigkeit des Lichts zu derſelben wie 897,600,000, zu 578, oder wie 1,550,000, zu 1 beynahe verhält.

11. Herr Bradley fand daher, daß die Parallaxe der Fixſterne, anſtatt, daß ſie einige Secunden betragen ſollte, wie ſolches einige aus ihren Beobachtungen geſchloſſen haben, nicht einmal eine einzige Secunde betrug. Woraus denn folgt, daß der vorerwehnte Stern in dem Drachen 400,000 mal weiter von uns entfernt ſey, als die Sonne. Weswegen denn das Licht $493 \times 400,000 = 197,200,000$ Secunden, welches mehr als 6 Jahr trägt, braucht ehe es von dem Sterne

zu

Wenn dieſe leuchtenden Theilgen von einem dunkeln Körper entweder in hinreichender Menge verſchluckt, oder in demſelben erzeugt ſind, ſo machen ſie, daß derſelbe ſcheinet, leuchtet oder glüet; und durch ihre ausnehmende Würkſamkeit löſen ſie zuletzt den natürlichen Zuſammenhang der Theile auf, verändern deſſen Geſtalt und machen

gleich-

zu uns gelangen kann. Hieraus können wir zugleich ſehen, wie weit diejenigen Oerter, wie z. E. der Sonne, des Mondes, und der Planeten in dem Himmel von denen würklich verſchieden ſind, in welchen ſie uns erſcheinen, oder, wo wir ſie zu ſehen glauben. Wenn wir nun die Brechung bey Seite ſetzen, welche die Luftkugel um unſere Erde verurſachet, wenn der Mittelpunkt der Sonne würklich über den Horizont erhaben iſt; ſo werden wir denſelben 8 Minuten 13 Secunden ſpäter beobachten, als wir ihn würklich ſehen; in welcher Zeit aber die Sonne ſich ſchon durch eine ziemliche Strecke des Himmels bewegt hat.

12. Die Bewegung der Erde aber iſt durch dieſes Verfahren vollkommen erwieſen und zugleich außer allen Streit geſetzt *; diejenigen alſo, welche ſie leugnen, müſſen ſich ſelbſt für vollkommen unwiſſent erachten, weil ſie von einer Entdeckung keine Nachricht haben, die gewiß eine der allerſcharfſinnigſten und wichtigſten iſt, die man jemals in der Sternkunde gemacht und ſie im Jahre 1728 vollendet hat: wovon man des Herrn Bradley eigene Nachrichten in den philoſophiſchen Transactionen N. 406 weiter nachleſen kann, und die wir in dem folgenden Theile dieſes Werks noch ferner erklären werden.

[CXII.]

* Hätte man ſonſt keine Beweiſe für die Bewegung der Erde, ſo würden diejenigen ſehr ſchwach davon überzeugt werden können, die nur einigermaaßen nachzudenken gewohnt ſind.

gleichſam eine andere Art der Materie aus ihm; wovon auch ſo gar der Asbeſt nicht einmal ausgenommen iſt. [CXII.]

Wenn

[CXII.] 1. Das aber Hitze, Feuer, Flamme u. d. gl. nichts anders als nur verſchiedene Würkungen und zufällige Eigenſchaften der Lichttheilgen ſind, iſt, wie ich hoffe, nicht ſchwer einzuſehen; und die Lichttheilgen ſelbſt hängen ja ganz und gar von der Geſchwindigkeit ihrer leuchtenden Eigenſchaft ab. Denn wir wiſſen aus verſchiedenen Verſuchen, daß die Körpertheilgen anfangen zu leuchten, oder zu Lichttheilgen werden, wenn wir nur einen ſtarken Grad der Geſchwindigkeit in ihnen erregen. Nimmt man daher einen eiſernen Stab und hämmert denſelben recht nachdrücklich, ſo beginnet er zu ſcheinen und glüend zu werden. Eben dieſe Bewandtniß hat es auch mit dem Feuerſteine und Stahle, wenn beyde gegen einander geſchlagen werden und man Feuer haben will; da denn die Stahltheilgen, welche abgeſchlagen werden, in eine ſolche Bewegung gerathen, daß ſie glüend werden und zu Glaſe ſchmelzen; woher denn eben die Feuerfunken kommen; die man bey jedem Schlage bemerkt. Eben dieſes beobachten wir auch in vielen andern Fällen.

2. Weil nun das Feuer nichts anders iſt, als eine große Geſchwindigkeit der Lichttheilgen, ſo kann es auch von dem einen Körper, in welchem es ſich befindet, leicht einem andern mitgetheilt werden, in welchem es nicht war, auf eben die Weiſe, als ein Körper, welcher in Bewegung iſt, einem andern die Bewegung mittheilet, welcher vorher keine hatte. Uebrigens iſt das Feuer von der Hitze nur darinnen unterſchieden, daß dieſe in einer Bewegung der Körpertheilgen beſteht, welche einen geringern Grad der Geſchwindigkeit haben, bey dem Feuer aber dieſer Grad ſtärker iſt, und zwar ſo ſtark, daß die Theilgen leuchten können; ob wir gleich einen ſolchen Grad der Hitze ſchon Feuer nennen, welcher vermögend iſt, zu brennen, wenn gleich die Theilgen noch nicht leuchten; und wir ſelten diejenigen leuchtenden Körper ein Feuer nennen, welche blos ſcheinen ohne zu brennen. Denn dieſe ſind eine Art des Phoſphorus,

Wenn die Feuertheilgen des Lichts ſtark genug zuſammengebracht oder verdicket werden, wie z. E. die Sonnenſtrahlen vermittelſt eines Linſen-

ſphorus, deſſen Schein, ob er gleich keine Hitze hat, nichts deſtoweniger vermuthlich von der geſchwinden Bewegung ſeiner Theile herrührt.

3. Dieſes wird, wie ich hoffe, aus folgenden Urſachen erhellen. 1) Bemerken wir, daß verſchiedene von dieſen Phoſphoris aus der Fäulung herrühren, wie z. E. das faule Holz, verfaultes Fleiſch, wenn es lange gelegen hat. Ferner Auſtern, Seekrebſe, Stockfiſch, Halbfiſche u. d. gl. welche Fäulung nichts anders, als die Würkung von einer langſamen und allmehligen Gährung iſt, in der innerlichen Bewegung der Theile beſteht, wie wir bereits an einem andern Orte gezeiget. 2) Die meiſten von dieſen Phoſphoris einen ſo ſchwachen Schein haben, daß ſie nur blos im finſtern leuchten, welches von einem geringern Grade der Geſchwindigkeit der Theile zu zeugen ſcheint, als welcher zu einer würklichen Hitze erfordert wird: denn wenn der Grad der Geſchwindigkeit ſo ſtark iſt, ſo macht er auch, daß die Körper ſchon am hellen Tage leuchten. Weil 3) einige von dieſen im Finſtern leuchtenden Körpern, gemeiniglich Theile von lebendigen oder thieriſchen Korpern ſind, wie z. E. bey dem Johanniswurme und andern vielfüßigen Inſecten, weil alle Theile eines ſolchen Inſects ohne Zweifel in Bewegung ſind. 4) Andere Arten von Phoſphoris den Schein einer Flamme annehmen, wie z. E. der Irrwiſch, die Schrift des gemeinen Phoſphorus, welcher aus Urine gemachet wird, der Blitz u. d. gl. denn die Flamme iſt nichts anders, als ein in Bewegung geſetzter Dampf, deſſen Theilgen alle in Bewegung ſind, die aber öfters nicht ſo viel Stärke hat, daß ſie brennen kann. 5) Die Materie von vielen dieſer Flammen, welche nicht brennen, leicht in eine ſolche Bewegung oder Geſchwindigkeit geſetzt werden können, daß ſie ein Feuer verurſachen und brennen. Nimmt man daher die mit einem Phoſphorus auf blau Papier geſchriebene Schrift und reibt ſie mit demſelben nachdrücklich, ſo fängt ſie gleich an,

lichter-

Linſen⸗oder Brennglaſes, ſo bekommen ſie ebenfalls eine brennende Kraft, welche ſo ſtark iſt, daß ſie ſich wie die Dichtigkeit verhält, in welcher

lichterloh zu brennen. 6) Dieſe Phosphori ein würkliches natürliches Feuer aus der Urſache zu ſeyn ſcheinen, weil ſie von dem Feuer ſo leicht die brennende Eigenſchaft annehmen. Daher artet der gemeine Phosphorus ſo gar leicht, durch das gemeine Feuer in eine heftige und unauslöſchliche Flamme aus. Wenn man 7) ein ſchwarzes Pferd oder Katze in finſtern von dem Schwanze gegen den Kopf zu, über den Rücken ſtreicht, ſo bemerkt man unzehlige Funken, welche wie das Feuer leuchten; auf eben die Weiſe, als wenn man ein ſchwarzes Stück Tuch ſtreicht, welches in der Sonne gedrocknet worden iſt, und die Lichttheilgen von ſich giebt, die es von der Sonne verſchluckt hat; dahingegen ein weißes Stück Tuch, welches die Sonnenſtrahlen mehr zurück wirft, im finſtern keine ſolche Funken von ſich giebt: außer dieſem kann man noch viele andere Urſachen angeben, woraus erhellet, daß eine jedwede Art des Lichts von einer und eben derſelben Urſache herrühret, der Geſchwindigkeit der Theilgen des leuchtenden Körpers nehmlich; nur daß dieſer Grad bald ſtärker bald ſchwächer iſt.

4. Ueber dieſes haben einige von unſern neuern Weltweiſen gar genau angemerkt, daß die würkliche oder abſolute Hitze ſich zu der empfindlichen oder beziehungsweiſe zu verſtehenden, auf eben die Weiſe verhalte, wie die Bewegung zu der Geſchwindigkeit: denn die abſolute Hitze iſt nichts anders, als die Bewegung aller Theile des erhitzten Körpers, und die merkliche oder negative geht nur auf die Beziehungsweiſe zu verſtehende Geſchwindigkeit der Theile. Nimmt man daher eine gleich große Quantität Queckſilber und Waſſer, und ſetzt es mit einander in heißen Sand, wo beyden die Hitze des Feuers einförmig mitgetheilt werden kann, ſo nehmen beyde in gleichen Theilen einen abſoluten Grad der Hitze an. Die relative Hitze des Waſſers aber, oder welche dem Finger empfindlich iſt, wenn wir ihn hinein halten, iſt beynahe 14 mal ſo ſtark, als die

dieſe Strahlen in dem Brennpunkte des Glaſes zuſammen gebracht ſind. Die Dichtigkeit der Strahlen in dem Brennpunkte aber, verhält

die Hitze des Queckſilbers; und zwar aus der Urſache, weil das Waſſer 14 mal weniger Materie hat: weswegen denn die Geſchwindigkeit, in welches ſeine Theilgen durch eben den Grad der Hitze geſetzt werden, um eben ſo viel größer ſeyn muß.

5. Ferner wenn Queckſilber und Waſſer eben den Grad der relativen, oder empfindlichen Hitze haben, das iſt, wenn beyde dergeſtalt erhitzet werden, daß ſie einen gleichen Grad des Steigens in dem Thermometer verurſachen; ſo hitzt eine Quantität Queckſilber 14 mal ſo ſtark, als eine gleich große Menge Waſſer; oder es macht eben die nehmliche Quantität kalten Waſſers 14 mal heißer, als eben ſo viel heißes Waſſer es zu thun vermag: welches denn alles durch Verſuche leicht erwieſen werden kann, und die Wahrheit der vorhergehenden Theorie zur Gnüge beweiſet, daß nehmlich Hitze und Feuer blos von der Geſchwindigkeit der Theile des erhitzten oder brennenden Körpers berühren.

6. Auch können die verſchiedenen Begebenheiten der Hitze, Kälte, des Feuers, Brennens u. d. gl. aus dieſer unſerer Theorie erkläret werden. Denn erſtlich müſſen wir bedenken, daß Kälte und Hitze blos Beziehungsweiſe zu verſtehende Benennungen ſind, oder daß eben der Körper entweder heiß oder kalt ſeyn kann, nachdem es der relative Begriff, oder der Grad der Witterung erfordert, mit welchem man einen andern Grad derſelben vergleicht. Daher ſagen wir, daß Schnee und Eis kald ſind, wenn wir mit der Hand daran greifen; beyde aber ſind alsdenn warm, wenn ihr Grad der Witterung mit einer Vermiſchung verglichen wird, welche durch die Kunſt gemachet iſt, und durch welche ein viel ſtärkerer Grad der Kälte erhalten wird Wenn wir dahingegen, wie wir gemeiniglich zu thun pflegen, die Hand oder einen andern Theil des Körpers, zu einem Maaßſtabe der Hitze und Kälte annehmen, und beyde damit vergleichen; ſo iſt 1) klar daß, wenn die Theile

hält ſich, wie die Größe der Fläche des Brennglaſes direct, und das Quadrat der Brenn-

Theile eines Körpers die Hand berühren, welche mit den Theilen dieſer eine gleiche Geſchwindigkeit haben, man von einem ſolchen Körper natürlicherweiſe ſagt, daß er weder kalt noch warm ſey. Haben 2) die Theilgen eines Körpers einen größern Grad der Geſchwindigkeit als die Theilgen der Hand, ſo nennen wir ihn warm, im Falle der Unterſcheid nicht merklich ſtark, iſt er aber dieſes, ſo ſagen wir von ihm, er ſey heiß. Iſt 3) die Geſchwindigkeit der Theile des Körpers, welchen wir daran halten, geringer, als die Theilgen der Hand; ſo nennen wir dieſe Empfindung kalt: welche Kälte denn ebenfalls ihre verſchiedenen Grade haben kann. Hieraus erhellet 4), daß es keinen Körper giebt, welcher abſolut kalt iſt, weil ſonſt die Theilgen der Materie vollkommen in Ruhe wären. 5) Kann es eben ſo wenig einen Körper geben, welcher abſolut heiß iſt; weil man keinen ſolchen Grad der Geſchwindigkeit angeben kann, daß ſich derſelbe nicht noch immer gröſſer denken ließe, und dieſes ſo unendlich fort, bis er unendlich wird: von welchem Grade wir aber alsdenn keinen Begrif mehr haben, weil wir uns keine unendliche Geſchwindigkeit der Körpertheilgen vorſtellen können.

7. Aus dieſer Theorie der Hitze und Kälte können wir die Folge ziehen: daß es keinen Körper in der Natur gebe, deſſen Theilgen nicht in einem gewiſſen Grade der Bewegung ſeyn ſollten, ob es uns gleich bisher noch nicht möglich geweſen iſt, den äußerſten Grad, oder die Grenzen der Kälte zu entdecken; und wenn ja etwas dergleichen in der Natur anzutreffen wäre, ſo glaube ich, es ſey eben ſo unmöglich, daß ein Gefäß den äußerſten Grad der Hitze ausſtünde; Hitze und Kälte aber ſind natürlicher weiſe von der Beſchaffenheit, daß ſie zu ihrem äußerſten Grade gelanget ſind, wenn die Theile den Zuſammenhang der thieriſchen Körper aufheben: die Kälte auf die Weiſe, daß ſie den Umlauf der flüßigen Theile vernichtet, welcher in dem thieriſchen Körper zur Erhaltung des Lebens noth-

Brennweite umgekehrt. Wenn wir daher an-
nehmen, die Oberfläche eines Glaſes ſey 12
Qua-

nothwendig iſt, indem ſie dieſelben ſteif, unflüßig und unbiegſam macht; die Hitze aber, weil ſie die Theile in eine gar zu große Bewegung ſetzt, eine größere Geſchwindigkeit der flüßigen Theile, eine Zerſtreuung, wie auch eine ſolche Kraft verurſachet, daß die feſten Theile ſtärker geſpannet werden, als es der natürliche Zuſtand eines Körpers überhaupt ertragen kann; wodurch denn derſelbe ohnfehlbar vernichtet werden muß.

8. Es mag aber mit der erſten Urſache des Erſtarrens, Erkältens oder Erfrierens vor eine Bewandtnis haben, welche es wolle, ſo iſt doch ſo viel gewiß, daß die nähere Art und Weiſe, wie dieſelbe würkt, darinnen beſtehe, daß die Geſchwindigkeit der Bewegung der Theilgen des frierenden Körpers, bis auf einen gewiſſen beſtimmten Grad, dergeſtalt abnehmen müſſe, daß ſie ihre Flüßigkeit verliehren, und erſtlich ſteif, nachher aber gar feſt werden. Wenn alſo die innerliche Bewegung der Waſſertheilgen auf die Weiſe vermindert wird, daß man fremde Körper damit vermiſcht; ſo bleiben die Theilgen nicht mehr flüßig, ſondern erſtarren anfänglich, dem Scheine nach, und werden endlich gar zu Eiſe. Nun mag alſo die erſte Urſache des Frierens ſeyn, welche es wolle, ſo iſt doch außer Streit, daß ſie deswegen von einer ſalzigen Beſchaffenheit ſeyn müſſe, weil es bekannt iſt, daß ſowohl die Kälte des Waſſers, als des Eiſes und Schnees dadurch ungemein vermehret werden kann: denn wenn man durch die Kunſt einen vermiſchten kältenden Körper machen will; ſo darf man nur einen Theil von einem dieſer erwehnten Körper, mit eben ſo vielem Salze vermiſchen; da denn durch dieſe Vermiſchung ein ungemein viel ſtärkerer Grad der Kälte verurſachet wird.

9. Auf der andern Seite, werden feſte Körper blos dadurch flüßig gemacht, daß man nur den Grad der Geſchwindigkeit ihrer Theile verſtärkt. Auf dieſe Weiſe wird das Eis zu Waſſer; die Metalle in einen Fluß gebracht; ein großerer Grad der Hitze giebt den Theilen auch einen ſtärkern Grad der Geſchwindigkeit und

Quadratzolle, und die Brennweite 8 Zolle; der Flächenraum eines andern Glaſes 9 Zolle und deſſen Brenn-

zerſtäupt ſie in einem Dampfe aus einander. Beſteht nun dieſer Dampf aus ſolchen Theilgen, welche einen ſtärkern Grad der Geſchwindigkeit annehmen können, ſo vereinigt er ſich mit demſelben gar bald, und bricht in eine Flamme aus, ſo bald ein Körper hinzu kommt, deſſen Theile auf dieſe Weiſe in Bewegung geſetzet werden; das iſt, er fängt an zu brennen.

10. Daher ſcheint es, daß zwiſchen dem Feuer und der Flamme kein anderer Unterſcheid ſey, als dieſer, daß das Feuer in einem glüenden Grade der Geſchwindigkeit der Theilgen eines Körpers beſtehe, welcher aber nichts deſtoweniger noch mit der Maſſe des Körpers verbunden bleibt; die Flamme aber iſt derjenige Grad der Geſchwindigkeit in den Theilgen des Körpers, wenn ſie ſchon zerſtreuet werden und in einem Dampfe verfliegen, oder wenn wir uns der Ausdrücke des Herrn **Newtons** bedienen wollen, ſo ſagen wir: **die Flamme iſt nichts anders als ein glüender Dampf.**

11. Die Würkung des Feuers aber bey dem Brennen beſteht darinnen, daß die Geſchwindigkeit der Feuertheilgen die Geſchwindigkeit der Körpertheilgen, zu welchen jene gelangen, dergeſtalt vermehrt, daß ſie eine Trennung derſelben verurſachen, vermöge welcher dieſe Theilgen, ſo weit von einander entfernt werden, daß ſie nicht mehr in ihrer Sphäre der Attraction ſind; wodurch denn der Körper aufgelöſt wird, und diejenigen Theilgen, welche flüchtig ſind, in einem Dunſte, Dampfe, Rauche u. ſ. f. dergeſtalt verfliegen, daß die Theile, welche zurück bleiben, entweder, **Kohlen, Kalk, Aſche,** ein **Caput mortuum** oder etwas dergleichen ſind.

12. Weil nun die Theile einiger Körper übrigens ausnehmend flüchtig ſind, ſo wird auch das meiſte von ihnen durch die Würkung des Feuers zerſtreuet; dahingegen aber giebt es wiederum andere, deren Theile von einer feſtern Natur ſind, und der Würkung des Feuers nicht auf gleiche Weiſe nachgeben oder die ihnen mitgetheilte Geſchwindigkeit nicht fähig iſt, ſie dergeſtalt aufzulö-

Brennweite 4 deren; ſo verhalten ſich die Kräfte des Brennens in beyden Gläſern wie $\frac{12}{64}$ zu $\frac{9}{16}$ oder wie 12×16 zu 9×64, das iſt, wie 192 zu 576, oder wie 1 zu 3. [CXIII.]

zulöſen, daß ihre Theilgen außer der Sphäre ihrer Attraction ſind; ſondern wenn dieſe glüende Geſchwindigkeit der Theile, niedergeſchlagen iſt, oder, uns mit andern Worten auszudrucken, das Feuer in dem Körper ausgelöſchet iſt; ſo ſcheinen auch die Theile, mithin der ganze Körper zugleich, keine Veränderung erlitten zu haben. Von welcher Art der Körper wir ein vortreffliches Beyſpiel an demjenigen aus der Erde gegrabenem Körper haben, welcher Asbeſt oder Amianſtein genennet wird. Dieſen Stein findet man in vielen Gegenden der Welt, vornehmlich aber bey uns in Wales, wo derſelbe an andern Steinen zu ſitzen pflegt, mit denenſelben in einigen Steinbrüchen wächſt und und gefunden wird.

[CXIII.] 1. Die Natur der Brenngläſer zu erklären, ſie mögen entweder Spiegels oder Linſengläſer ſeyn, müſſen wir vornehmlich auf die Größe ihrer Oberfläche und Brennweite aus der Urſache ſehen, weil dieſe beyden Größen den Grund von der Verdickung der Lichtſtrahlen, und mithin dem Grade des Brennens, enthalten. Es ſeyn demnach AB und IK zween Spiegels, welche den Sonnenſtrahlen CD, EF, und LM, NO, gerade entgegen geſetzet ſind, ſo iſt klar, daß alle diejenigen Strahlen, welche auf die hohle Fläche dieſer Spiegel fallen, in die Brennpunkte derſelben zurück geworfen und mithin eben daſelbſt in einen engern Raum gebracht werden, welcher Raum eben kein einzelner Punkt iſt, ſondern ein kleiner runder Cirkel GH, und PQ. Tab. XXXV. Fig. 4. 5.

2. Dieſer kleine runde Fleck, welcher in beyden Spiegeln der Brennpunkt iſt, ſtellet daſelbſt das Bild der Sonne umgekehrt vor; und der Winkel, unter welchem das Bild von einem Gegenſtande von dem Mittelpunkte des Glaſes R uud S erſcheint, iſt dem Winkel gleich, unter welchen man den Gegenſtand erblickt,

Wenn die Lichtſtrahlen auf die Oberfläche ei-
nes undurchſichtigen Körpers fallen, ſo wird ein
Theil

blickt: von welchem allen die Gründe in dem Folgenden angegeben werden. Mithin iſt der Winkel GRH = PSQ, und mithin die beyden Kegel PSQ und GRH einander ähnlich; ihre Grundflächen GH und PQ aber verhalten ſich, wie die Quadrate der Höhen RH und SQ, das iſt, wie die Quadrate ihrer Brennweite direct.

3. Nun ſey A = der Fläche des größern Glaſes, *a* die Fläche des kleinern, F und *f* aber die Brennweiten, und P und *p* die Kraft oder der Grad des Brennens in einem jedweden. So folgt, daß, im Falle die Brennweite in beyden gleich iſt, ſich ſie Kraft des Brennens P, wie die Dichtigkeit der Sonnenſtrahlen in dem Flecke HG erhält, eben dieſe Dichtigkeit aber wie die Menge der von der Oberflächer des Glaſes hieher zurückgeworfenen Strahlen, welche Anzahl von Strahlen ſich aber ferner wie die hohle Oberfläche des Spiegels A verhält. Mithin verhält ſich auch P wie A in dem Spiegel direct, welcher gleich hohl geſchliffen iſt, das iſt P : *p* : = A : *a*.

4. Wenn ferner die Oberfläche in beyden Gläſern gleich iſt, ſo wird auch eine gleiche Anzahl von Strahlen geſammelt, und zu den Brennpunkten GH und PQ zurück geworfen; mithin auch die Dichtigkeit der Strahlen allhier deſto größer, je kleiner der Fleck iſt, auf welchen ſie zurück geworfen werden; und die Brennkraft P verhält ſich in dieſem Fall umgekehrt, wie der Flächenraum des Brennpunktes oder die Brennpunkte, das iſt, P verhält ſich, wie $\frac{1}{F^2}$; oder P : *p* = $\frac{1}{F^2}$ und $\frac{1}{p^2} = f_2 : F2 :$.

5. Wenn alſo ſo wenig die Größe des Glaſes als deſſen Brennweite gegeben iſt; ſo erhalten wir die Brennkraft, welche aus der directen Verhältniß der Größe und der umgekehrten des Quadrats der Brennweite des Glaſes zuſammen geſetzt iſt; oder wir haben
als-

Theil derſelben zu dem Auge zurück geworfen, welcher denn macht, daß das Licht daſelbſt ſicht-

alsdenn $P : p = Af^2 : aF^2$; welches denn diejenige Regel iſt, die wir im Vorhergehenden feſtgeſetzt haben.

6. Ueber dieſes haben wir (XCII. in den Noten,) erwieſen, daß die Hitze eines Holzfeuers 35mal ſtärker ſey, als die Wärme der Sonne im Sommer (weil jene Hitze das flüßige Weſen in dem Thermometer ohngefehr 35mal höher hebt, als die Wärme der Sonnerſtrahlen.) Wenn alſo ein Glas die Sonnenſtrahlen dergeſtalt verdicken ſoll, daß ſie eben den Grad der Hitze gewehren, welchen das gemeine Feuer hat; ſo muß der Brennpunkt wenigſtens nur der 35ſte Theil von der Oberfläche des Glaſes ſeyn. Um ſo viel aber, als dieſer Brennpunkt kleiner iſt, als die Fläche deſſelben, von welcher die Strahlen zurück geworfen werden, um ſo viel mehr brennt es auch ſtärker, wie das gewöhnliche Feuer. Wenn man nun in dieſem Falle wiſſen will, um den wie vielſten Theil der Strahlenpinſel mehr verdickt, als die gemeine Dichtigkeit beträgt, und ob die Brennkraft ſo ſtark iſt, als die Kraft des gemeinen Feuers; ſo kann man dieſes auf eben die Weiſe, wie in dem folgenden Beyſpiele, leicht beſtimmen. Denn wenn wir annehmen, der Durchmeſſer des Glaſes ſey 9 Zolle, und der Durchmeſſer des verlangten Cirkels a; ſo bekommen wir, weil ſich die Cirkelflächen wie die Quadrate ihrer Durchmeſſer verhalten, $35 : 1 = 9^2 : a^2$; folglich iſt $a^2 = \frac{81}{35}$, mithin $a = \sqrt{\left(\frac{81}{35}\right)} =$ 1,5 beynahe, weswegen denn der Theil des Kegels, deſſen Durchmeſſer $1\frac{1}{2}$ Zoll iſt, die verlangte Dichtigkeit oder Brennkraft hat. Daß aber dieſes zutreffe, und das Glas nicht brenne, wenn die Dichtigkeit nur ein wenig geringer iſt, weiß ich aus vielen mit einem ſolchen Glaſe oder Hohlſpiegel wiederhohlten Verſuchen.

7. Von den Brenngläſern haben wir einige Beyſpiele, welche von der Art ſind, daß wir über ihre ausnehmen-

bar wird; der andere Theil aber dringt hindurch, und wird auf verſchiedene Art durch die Zwi-
ſchen.

nehmende Würkungen erſtaunen müſſen. Diejenigen, welche als Hohlſpiegels gemacht ſind, und die Strahlen zurück werfen, thun eine viel ſtärkere Würkung, als die, welche eine linſenförmige Geſtalt haben, und die Strahlen dergeſtalt durchlaſſen, daß ſie auf einen Punkt der Seite gegenüber geworfen werden, wenn nehmlich die übrigen Umſtände gleich ſind. Hiervon iſt die Urſache, weil die Strahlen, ſo wie ſie durch das Glas fahren, nicht ſo genau wie bey den Spiegeln in einen Punkt fallen, ſondern, wegen der verſchiedenen Brechungen, mehr zerſtreuet werden. Ueber dieſes iſt die Würkung des Spiegels allemal deſto ſtärker, je weißer das Metall iſt, woraus man ihn verfertigt hat; und es iſt ſehr merkwürdig, daß der große Boyle, welcher ſich einsmals auch einen Brennſpiegel von ſchwarzem Marmor hatte machen laſſen, deſſen Würkung nicht einmal ſo ſtark geweſen iſt, wie die Würkung des gemeinen Feuers: denn er hat das Holz nicht einmal angeſteckt, wenn man es gleich noch ſo lange in den Brennpunkt gehalten hat: woraus denn erhellet, wie wenige Lichtſtrahlen die dunkeln Körper zurückwerfen; wovon wir die Urſache im Folgenden angeben werden.

8. Unter der großen Menge der Spiegels, welche zum *Brennen, Schmelzen, Calciniren* und *Verwandelung der Körper in Glas*, verfertigt worden ſind, iſt derjenige merkwürdig, welchen der Herr *Villette* gemacht hat, derſelbe war 3 Fuß und 2 Zolle. Mit dieſem Spiegel haben die Herren *Harris* und *Deſaguliers* folgende Verſuche gemacht:

1) Wurde ein Stück von einer *römſchen* Taſſe in 3″ geſchmolzen, und fiel in 100″ in Tropfen herunter.
2) Ein ſchwarzes Stück aber, wurde in 4″ geſchmolzen, und fiel in 64″ in Tropfen herunter.
3) Kalk aus der Seemuſchel floß in 33″.
4) Wurde eine ausgegrabene Schale oder Muſchel in 7″ calcinirt.

5) Wur-

ſchenräumgen des Körpers ſo lange zurück gewor-
fen, bis er ganz und gar unterdrückt iſt, und ſich

5) Wurde ein Stück von der pompejaniſchen Seule zu Alexandrien an der ſchwarzen Seite in 50″ in Glas verwandelt, an der weißen Seite aber in 54″.

6) Iſt ungahres Kupfer in 8″ in Glas verwandelt.

7) Die Schlacken von altem Eiſen kamen in $29\frac{1}{2}''$ in Fluß.

8) Eiſenſtein zerſprang zuerſt, und kam nachher in 24″ in den Fluß.

9) Talchſtein oder Speckſtein begunnte in 40″ calcinirt zu werden, und nachher ganz vollkommen, nachdem man ihn in 64″ in den Brennpunkt gehalten hatte.

10) Wurde der Stein aus dem menſchlichen Körper in 2″ calcinirt, fiel aber erſt in 60″ in Tropfen herunter.

11) Wurde ein großer Fiſchzahn in $32\frac{1}{4}''$ geſchmolzen.

12) Schien der Asbeſt in 28″ ein wenig zuſammen gepreßt zu ſeyn; und Herr Villette verſicherte uns, daß ihn das Glas eben ſo calcinirte, wie andere Körper.

13) In Stücken gebrochener Goldmarcaſit begunte in 30″ zu ſchmelzen.

14) Ein Silberſechspfennigſtück kam in $7\frac{1}{2}''$ in Fluß.

15) Ein Halbpfennigſtück von Kupfer, vom König William, ſchmelzte in 20″, und bekam in 30″ ein Loch.

16) Ein eben ſolches Stück vom König George ſchmolz in 16″, und floß in 34″.

17) Zinn wurde in 3″ geſchmolzen;

18) Eiſenſtein aber in 16″.

19) Schieferſtein ſchmelzte in 3″, und hatte in 6″ ein Loch.

20) Ein dünner Ziegelſtein ſchmelzte in 4″, hatte ein Loch, und war in 80″ in Glas verwandelt.

darinnen verlohren hat. Weil nun keine Theilgen dieſer Strahlen von dem innern Theile zu dem Auge

21) Knochen wurden in 4″ calcinirt, und in 33″ in Glas verwandelt.

22) Ein weißer Demant von 4 Granen verlohr $\frac{7}{8}$ von ſeinem Gewichte.

9. Die brennende Kraft des Herrn Villette Spiegels aber, kann auf nachfolgende Art berechnet, und mit der Hitze des Holzfeuers verglichen werden. Weil die Brennweite RX, 38 Zolle beträgt, und der Winkel, unter welchem das Sonnenbild in dem Brennpunkte R erſcheint, jederzeit 32′ von einem Grade macht; ſo rechnen wir: wie ſich der Halbmeſſer 90° 00′ = 10,000000

zu der Tangente des Winkels verhält;	HRX =	00° 16′ =	7,667849
So verhält ſich auch die Brennweite	RX =	38′ =	1,585461
zu dem Halbmeſſer des Sonnenbildes.	HX =	0,179′ =	9,253310.

Weswegen denn 2 HX = 0,358 Zolle für den Durchmeſſer des Brennpunktes kommen. Der Durchmeſſer des Spiegels aber war 47 Zolle; mithin 47 × 47 = 2209, und 0,358 × 0,358 = 0,128 u. ſ. f. Weswegen ſich denn 2209 zu 0,128 verhält, wie die Dichtigkeit der Strahlen in dem Brennpunkte; es iſt aber 70,128) 2209 (= 17257; welches denn zeigt, daß der Spiegel die Strahlen ſiebzehn tauſend zwey hundert ſieben und funfzig mal verdickt hat.

10. Weil nun die Strahlen, wenn ſie nur in einen fünf und dreyßig mal engern Raum zuſammen gebracht werden, als welchen ſie in ihrem natürlichen Zuſtande haben, eine eben ſo ſtarke Brennkraft bekommen, wie das Feuer; ſo folgt, daß wir nur 17257 durch 35 dividiren dürfen, wenn wir wiſſen wollen, um wie viel die Hitze eines ſolchen Spiegels in deſſen Brennpunkte größer iſt, wie die Hitze des gemeinen Feuers. Da nun in dieſem Falle zum Quotienten 493 kommen; ſo brennt auch ein ſolcher Spiegel um 493 mal ſtärker, wie

Auge gelangen, ſo ſehen wir auch nichts von den inwendigen Theilen eines ſolchen Körpers; und ſagen daher von ihm, daß er **dunkel** ſey.

Fallen aber die Lichtſtrahlen auf durchſichtige Körper, ſo wird ein Theil derſelben auf die erſte Oberfläche zurück geworfen, ein anderer Theil aber dringt durch den Körper hindurch, welcher alsdenn nach geraden Linien gegen die zwote

wie das gemeine Feuer. Weswegen es denn eben kein Wunder iſt, daß ſolche Körper, die in dem allerſtärkſten gemeinen Feuer, wie z. E. in einer Glashütte, in welcher das Gold öfters einige Tage im Fluſſe ſteht, ohne daß es einen merklichen Abgang ſeines Gewichts leidet, ſogleich in den Fluß kommen, zum Theil verrauchen, zum Theil in kleinen Theilgen zerſtreuet werden, und endlich ein Theil derſelben als ein Caput mortuum zurück bleiben; welche Vorfälle man allerſeits bemerkt hat, wenn in dem Brennpunkte eines ſehr groſſen Brennglaſes Gold geſchmolzen iſt. Wie ſehr aber ein ſolches Glas die Grundſätze der Chymiſten vereitelt, und was vor eine Verwirrung ſie in den Beſtandtheilen ihrer Körper anrichtet, davon werden ſie am allerbeſten überzeugt werden, wenn ſie nur Verſuche machen, die natürlichen Körper zu zergliedern, und in ihre urſprünglichen Beſtandtheile aufzulöſen; welches aber durch würkſamere Mittel geſchehen muß, als welche in unſern gewöhnlichen Laboratoriis üblich ſind.

11. Der ausnehmenden Dichtigkeit der in dem Brennpunkte ſolcher großen Brenngläſer geſammelten Strahlen ohngeachtet, hat man doch jederzeit angemerkt, daß die von dem Monde, wenn er voll iſt, nach uns zurück geworfenen, und in den Brennpunkt derſelben zuſammen gebrachte Strahlen durchaus keine Hitze verurſachen, welche nur im allergeringſte Grade merklich wäre; welches man dadurch beweiſt, wenn man ein Thermometer in den Brennpunkt der Mondſtrahlen hält, welches immer unverändert ſtehen bleibt, ohne, daß man die geringſte Bewegung an ihm bemerkt. Hierinnen entdecken wir die Urſache durch folgende Berechnung.

oder untere Fläche des Körpers gebrochen wird, wo er abermal zum Theil zurück geworfen, zum Theil in geraden Linien gebrochen wird, in die Luft fährt, alsdenn zu dem Auge gelangt, und

Tab. XXXV. Fig 6. 12. Es bedeute AB die Erde, C ihren Mittelpunkt, MO den Mond, N ſeinen Mittelpunkt, N*e* den Halbmeſſer des Mondes, welcher 1087,5 engliſche Meilen beträgt; der Halbmeſſer der Erde DC deren 4000; die Entfernung NC der beyden Mittelpunkte der Erde und des Mondes aber 240000 eben ſolcher Meilen. Weil nun die Strahlen des Sonnenlichts auf dem Monde eben die Dichtigkeit haben, wie bey uns, weil ſie einander parallel ſind; und die Mondſtrahlen nichts anders ſind, als zu uns von der Oberfläche des Mondes zurück geworfene Sonnenſtrahlen: und endlich die parallelen Strahlen von einer Kugelfläche auf eine ſolche Art zurück geworfen werden, daß ſie immer weiter von dem Punkte auseinander fahren, welcher um $\frac{1}{2}$ des Halbmeſſers der Kugel von dem Scheitel entfernt iſt, (welches wir im Folgenden beweiſen werden); ſo können wir, wenn wir annehmen, die Oberfläche des Mondes ſey vollkommen kugelförmig und glatt, die Dichtigkeit der Sonnenſtrahlen, welche von dem Monde auf die Erde zurück geworfen werden, folgender maaßen berechnen.

13. Es ſeyn demnach *a*, *b*, *c*, *d*, zween parallele Sonnenſtrahlen, welche auf die Oberfläche des Mondes, wenn er voll iſt, fallen; ſo werden dieſelben nach den Richtungen *bg* und *dh* nach der Erde ſo zurück geworfen, wie ſie in einem gewiſſen Punkte *f* auf den Halbmeſſer N*e* aus einander fahren, indem der Punkt F genau in der Mitte zwiſchen N und *e* liegt. Mithin verhält ſich die Dichtigkeit der Strahlen, welche auf den Mond fallen, zu der Dichtigkeit derer, die auf die Oberfläche treffen, wie das Quadrat von *gh* zu dem Quadrate *bd*, oder wie das Quadrat *f*D zu dem Quadrate *fe*; *fe* aber iſt = 544 Meilen, und *f*D (= NC — CD — N*f* = 240000 — 4544 =) 235456; und das Quadrat von 235456 verhält ſich zu dem Quadrate von

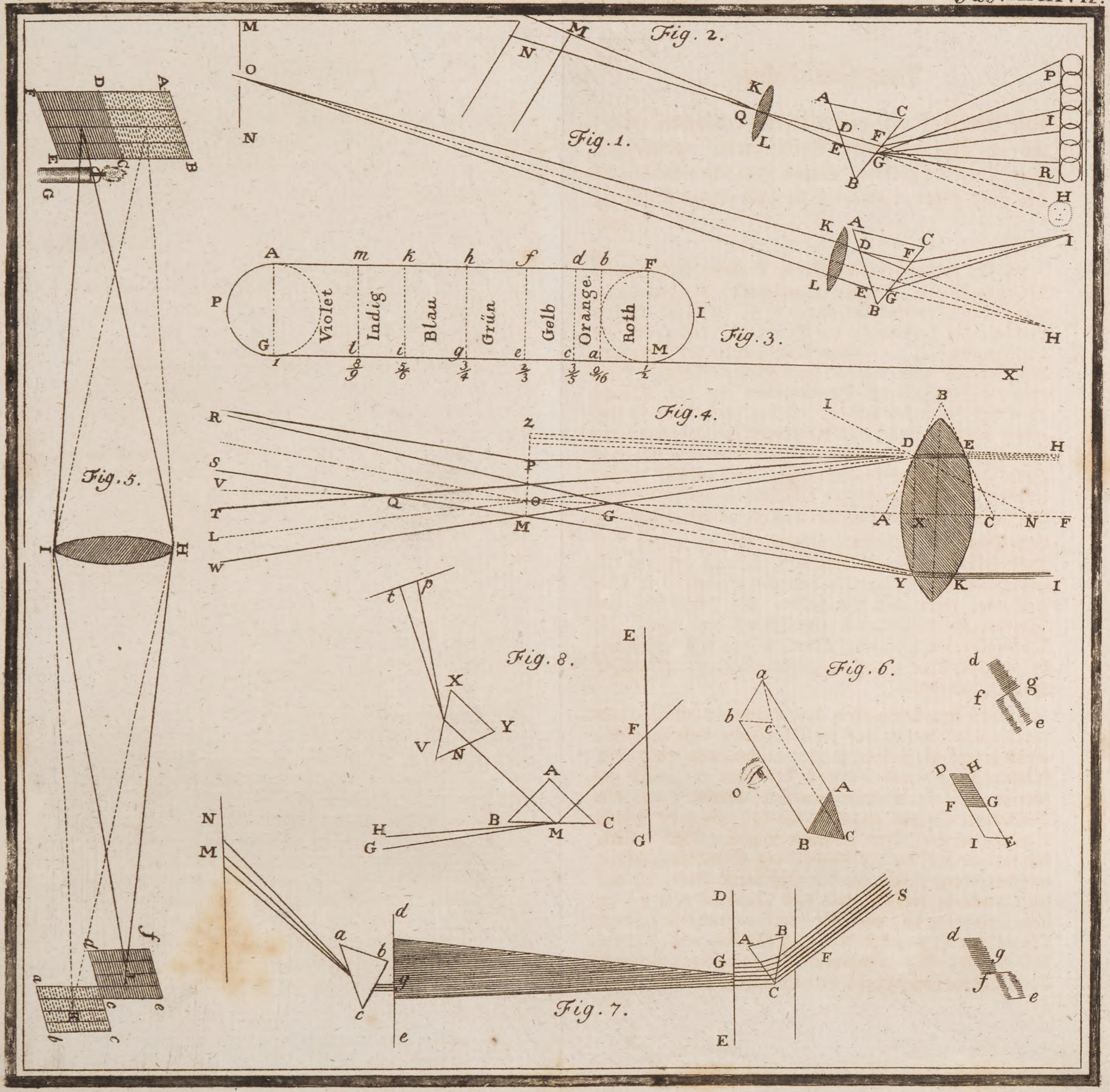


Fig. 1.
Fig. 2.
Violet
Indig
Blau
Grün
Gelb
Orange.
Roth
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.

und dadurch die innern Theile derjenigen Körper ſichtbar macht, von welchen man, aus eben dieſer Urſache, ſagt, daß ſie **durchſcheinend** oder **durchſichtig** ſeyn. [CXIV.]

Wenn

von 544, wie 187400 zu 1 beynahe; mithin die Dichtigkeit der Mondſtrahlen zu der Dichtigkeit der Sonnenſtrahlen auf der Oberfläche der Erde, wie 1 zu 187400. Mithin müßte das Brennglas die Mondſtrahlen 187400mal verdicken oder in einen engern Raum zuſammen bringen, wenn ſie eben die Wärme haben ſollten, wie die gemeinen Sonnenſtrahlen. Dieſes aber iſt 10mal mehr, als des Herrn Villette Brennſpiegel thun kann.

14. Nun gründet ſich aber alles dieſes darauf, daß wir angenommen haben, der Mond ſey eine genaue Kugel, und ſeine Oberfläche vollkommen glatt, obgleich keiner von dieſen beyden Umſtänden in der Natur alſo würklich iſt: denn erſtlich iſt der Mond keine vollkommene Kugel, ſondern er iſt länglichtrund, zweytens iſt auch ſeine Oberfläche ſehr ungleich und uneben. Aus welchen beyden Urſachen denn die Zurückprallung des Lichts von demſelben viel ſchwächer ſeyn muß, als wir es angenommen haben; und nachdem Herr Bouguer, welcher dieſerhalb Verſuche angeſtellet hat, iſt daſſelbe 17mal ſchwächer, oder die Dichtigkeit der Mondſtrahlen verhält ſich zu der natürlichen Dichtigkeit der Sonnenſtrahlen, wie 3000000 zu 1. Es müßte daher ein ſolches Brennglas oder Brennſpiegel die Strahlen in einen 3000000mal engern Raum zuſammen bringen, wenn ſie warm genug ſeyn ſollten, das flüßige Weſen in dem gemeinen Thermometer zu erheben; welches aber eine Würkung wäre, die beynahe 200mal größer iſt, als die, welche des Herrn Villette Brennſpiegel zu leiſten vermag.

[CXIV.] 1. Die Undurchſichtigkeit und Durchſichtigkeit der Körper aber hat nachfolgende Urſachen. Es ſey AB die Oberfläche eines undurchſichtigen Körpers ABCD. Wenn nun auf denſelben ein Lichtſtrahl GH, und zwar in den Punkt H fällt, ſo wird er Tab. XXXVI. Fig. 1.

zum

Tab. XXXIV. Fig. 7. Wenn ein Lichtſtrahl HC auf eine ebene, erhaben runde, oder hohle Fläche fällt, wie z. E. AB, DE, FG, und zwar in dem Punkte C; ſo iſt der

zum Theil nach HI wieder zurück geworfen, und durch eben dieſen zurückgeworfenen Strahl HI, der Punkt H ſichtbar, wenn das Auge in dieſer Linie wie z. E. bey I iſt. Auf eben die Weiſe werden auch alle übrigen Punkte, und mithin die ganze Oberfläche, durch eben dieſen Theil des Lichts, welchen ſie zurück wirft, ſichtbar.

2. Die übrigen Theile des Lichts, welche in den Körper hinein dringen, werden auf eine ganz unregelmäßige Art gebrochen, und durch die ganze innere Maſſe der Theilgen zurück geworfen, zertheilt, zerſtreut, in demſelben verſchluckt, und gehen verlohren. Da nun keine von dieſen Strahlen, von den innern Theilen des Körpers zu dem Auge wieder zurück gelangen; ſo kann auch keiner von dieſen Theilen geſehen werden: mithin ſagt man von einem Körper in dieſem Falle, er ſey undurchſichtig oder dunkel.

3. Zufolge dieſes müſſen wir betrachten, daß, obgleich der ganze Körper dunkel iſt, nicht eben deswegen alle und jede Theile deſſelben vor ſich undurchſichtig ſeyn müſſen, ſondern daß ſie das Licht ganz frey durchlaſſen, ohne daß ein Theil derſelben zwiſchen den Oberflächen zurück geworfen wird; weswegen ſie denn an und vor ſich ſelbſt durchſichtig ſind. Lägen nun ſolche Theilgen unmittelbar neben einander, ſo würde das Licht von dem einen zu dem andern fortgehen, und mithin auch durch den ganzen Körper, ohne, daß es zurück geworfen würde; wie wir ſolches bey den Verſuchen mit dem Glaſe bemerken, wenn das Licht durch mehrere zuſammengelegte Stücken polirtes Glas fährt, und eine Durchſichtigkeit derſelben verurſacht.

4. Berühren aber die Theilgen einander nicht auf eine ſolche Art, daß die Zwiſchenräumgen oder Pori nur ſehr enge ſind, ſo entſteht bey einem jedweden ſolcher Räumgen eine Zurückwerfung des Lichts von der Luft, welche ſich in ihnen befindet, weil ſie ein flüßiges Weſen iſt, das ſeine verſchiedene Dichtigkeit hat. Denn man

der Winkel H C K, welchen der zurückgeworfene Strahl H C, und die auf der Fläche oder deren Tangente ſtehende Perpendicularlinie macht,

beſtän=

man weiß aus Verſuchen, daß, obgleich ein Lichtſtrahl von einem Stücke Glas bis zu dem andern geht, wenn beyde unmittelbar mit einander verbunden ſind, ohne daß er zurück geworfen wird, er doch nicht von dem Glaſe durch die nächſte Luft fährt, ohne zum Theil gebrochen zu werden. Wo nun die Zwiſchenräumgen gar ziemlich weit und häufig ſind, daſelbſt iſt auch die Zurückwerfung des Lichts auf den ganzen Körper ſo ſtark, daß daſſelbe ganz und gar zerſtreuet wird und ſich verliehrt, ſo wie es in den Körper dringt, und eben dadurch denſelben dunkel macht.

5. Dieſes wird durch denjenigen Verſuch beſtätigt, da man zehn Scheiben recht durchſichtiges Glas übereinander und auf ein gedrucktes Blatt Papier legt, wenn ſie vollkommen trocken ſind, und ſich zwiſchen ihnen weiter nichts als Luft befindet; nimmt man aber nachher zehn andere Stücken von eben dem Glaſe und legt ſie dergeſtalt ins Waſſer, daß dieſes allen Raum zwiſchen ihnen ausfüllen kann, und alsdenn auf eben dieſen gedruckten Bogen Papier neben die andern, ſo ſieht derjenige, welcher durch eine jedwede dieſer beyden Lagen die Schrift betrachtet, den Druck durch die letztern viel deutlicher, heller und glänzender, als durch die erſtere, welches daher kommt, weil die Strahlen durch dieſe, wo die Dichtigkeit der Theilgen nicht ſo ungleich iſt, gleichförmiger durchdringen, und mithin nicht ſo ſtark zurück geworfen werden, als durch diejenigen Lagen, wo das Licht in einem jedweden Zwiſchenraume von der zwiſchen jedweden zwey Glasſcheiben befindlichen Luft, gar merklicher zurück geworfen wird.

6. Daher kommt es, daß durchſichtige Körper undurchſichtig werden, wenn man ihre Theilgen weiter von einander trennt, und ſie poröſer macht. Daher iſt das Bier vorher durchſichtig, ehe es zu einem Schaume wird, ſo bald es aber durch den Schaum größere Zwiſchenräumgen bekömmt, undurchſichtig

wird.

beſtändig dem Winkel KCI gleich, welchen eben dieſe Perpendicularlinie mit dem zurückgeworfenen Strahle CI macht; welches ſo viel heißt: der

wird. Aus eben der Urſache iſt trocknes Papier dunkler, als welches man mit Waſſer oder Oele angefeuchtet oder beſtrichen hat; weil es hierdurch poröſer wird. Auf gleiche Weiſe iſt der ſogenannte Stein Oculus mundi, viel dunkler, wenn er trocken iſt, als wenn man ihn ins Waſſer getaucht hat; und wenn man Glas zu einem Pulver geſtoßen, ſo hat es ebenfalls ſeine Durchſichtigkeit verlohren.

7. Hieraus folgt, daß die Theilgen der Körper und ihre Zwiſchenräumgen nicht geringer ſeyn dürfen, als um eine gewiſſe Größe, wenn ſie dunkel werden ſollen. Denn die allerdunkelſten Körper werden vollkommen durchſichtig, wenn ihre Theile nur abermal zart genug getheilt werden. Löſt man daher Kupfer in Scheidewaſſer auf, ſo werden die Theilgen des erſtern dadurch alle durchſichtig, und mithin die ganze Solution zugleich. Auf eben dieſe Weiſe kann eine Seifenblaſe an ihrem Obertheile ſo dünne werden, daß ſie kein Licht durchläßt, obgleich die ganze Blaſe durchſichtig iſt. Ob übrigens gleich Waſſer, Salz, Glas, Steine u. d. gl. eben ſowohl Zwiſchenräumgen haben, wie andere Körper; ſo ſind doch ihre Theilgen und Zwiſchenräumgen zu klein, daß auf ihren natürlichen Oberflächen, die Lichtſtrahlen zurück geworfen werden könnten.

Tab. XXXVI. Fig. 2. 8. Wenn alſo ein Lichtſtrahl KL auf die Oberfläche eines durchſichtigen Körpers BEFC in den Punkt L fällt, ſo wird er daſelbſt wie vorher, nach LM zum Theil wieder zurück geworfen; der andere Theil aber geht immer in gerader Linie von der Oberfläche zu der Unterfläche einförmig fort. Weil er aber hier in die Luft fährt, welche eine andere Dichtigkeit hat, ſo wird er hier abermal zum Theil zurück geworfen, und geht von N nach O. Der andere aber geht zu dem Auge bey P, wodurch denn alle innern Theile, von welchen der Strahl herkommt, von dem Auge geſehen werden können. Weil man ſich nun eben dieſes bey einem jedweden Punkte eben ſo vorſtellen kann; ſo ſieht man die Urſache

der Einfallswinkel iſt dem Reflectionswinkel bey einer jedweden Neigung gleich, welche der Lichtſtrahl gegen die Ebene hat. Die-
ſes

Urſache leicht ein, warum der ganze Körper durchſich-tig wird.

9. Ich habe übrigens bemerkt, daß ſich viele angeſehene Perſonen darüber gewundert haben, daß zu der Durchlaſſung des Lichts, oder der Durchſichtigkeit der Körper, eine ſo große Menge der Zwiſchenräumgen erfordert werde, und daß nichts deſto weniger doch die Körper ſo hart und feſt wären, wie z. E. das Glas, und andere mehr. Der Herr Newton aber hat uns ein Verfahren angegeben, durch welches wir die Urſache eben ſo leicht einſehen können, als die Verwunderung groß iſt, die wir darüber äußern; und dieſes beſteht darinnen. Man nehme an, der Körper beſtünde aus ſolchen Theilgen, und dieſe haben eine ſolche Figur, daß, wenn ſie zuſammen gelegt würden, die Zwiſchenräumgen eben eine ſolche Größe wie die Theilgen ſelbſt haben. Wie nun dieſes zu machen ſey, und der Körper dadurch hart und feſt werde, iſt eben nicht ſchwer, ſich vorzuſtellen; indeſſen ſieht man hieraus ſo viel; daß die eine Hälfte des Körpers alsdenn aus lauter feſten Theilgen beſtehen würde, die andere aber aus lauter Zwiſchenräumgen.

10. Wenn wir nun annehmen, daß ieder von dieſen Beſtandtheilen, anſtatt, daß er dicht ſeyn ſollte, abermal aus andern Theilgen beſtehe, die zuſammen genommen eben ſo viel Raum einnehmen, als die Räumgen zwiſchen ihnen; ſo iſt der Betrag der Dichtigkeit des ganzen Körpers nur abermal halb ſo viel, als wir vorher angenommen haben, das iſt, er nimmt $\frac{1}{4}$ von dem ganzen Raume ein. Setzen wir nun auf gleiche Weiſe voraus, daß auch dieſe Theilgen noch nicht vollkommen dicht wären, ſondern auf eben die Weiſe aus andern Theilen beſtünden, deren Zwiſchenräumgen zuſammen genommen die Hälfte des ganzen Raums ausmachten; ſo iſt offenbar, daß die dichte Materie des ganzen Körpers, nur $\frac{1}{8}$ betrage. Wird
dieſe

Dieſes wird unwiderſprechlich durch Verſuche bewieſen; und es iſt der Mühe wohl werth, daß wir mit allem Fleiße drauf achten, daß ein Lichtſtrahl in dieſem Falle allemal den **möglichſt kürzeſten Weg** von dem einen Punkte H bis zu dem andern I geht, wenn derſelbe, wehrend ſeinem Laufe, eine von dieſen Flächen berühren muß. [CXV.]

Die

dieſe abermalige Theilung der Beſtandtheile auf eben die Weiſe beſtändig fortgeſetzt, ſo iſt die Menge der dichten Theilgen immer vermindert; die Größe der Zwiſchenräumgen aber ſo lange vermehrt, daß ſie unendlich viel mehr beträgt, als die Materie; nichts deſto weniger aber bleiben die Theile, und mithin auch der ganze Körper dicht, feſt und hart.

11. Hieraus folgt, daß wir uns das letzte Theilgen der Materie ſo klein vorſtellen können, daß es durch einen gegenwärtigen Raum, er ſey ſo groß, wie er wolle, dergeſtalt vertheilt werden kann, daß es mit einem feſten Körper zuſammen hängt, und denſelben ausmacht, deſſen Zwiſchenräumgen im Durmeſſer geringer ſind, als eine jedwede Länge, die man nur angeben kann; oder uns in andern Worten auszudrücken, die dichte Materie unſerer Erdkugel, ja aller Körper in der Welt, beträgt vielleicht nicht mehr, als einen Cubiczoll, oder ſo viel, als man in einen Fingerhuth thun kann. Diejenigen aber, welche hiervon einem mathematiſchen Beweis verlangen, können des Herrn Keill Introduction in die Naturlehre nachleſen.

12. Hieraus ſehen wir die Möglichkeit, weswegen einige Körper ſo ausnehmend parös ſind, und das Licht ſo ungehindert durchlaſſen können, wie wir ſolches an den durchſichtigen Körpern beobachten, ob wir gleich nicht wiſſen, wie ihre inwendige Geſtalt oder Bauart beſchaffen ſey.

Tab. XXXVI. Fig. 3. [CXV.] 1. Hiervon iſt der Beweis dieſer: AC ſey der einfallende Strahl, und CB der zurückgeworfene; von A und B ziehe man die Perpendicularlinien AE und BD, alsdenn ſey $AE=a$, $BD=b$, $ED=c$,

und

Die Menge der Lichtſtrahlen, welche von der erſten Fläche des Glaſes zurück geworfen wird, iſt übrigens lange nicht ſo groß, als die, welche die zwote zurück wirft. Dieſes aber iſt daher klar, weil das in dem erſtern Falle gemachte Bild nicht ſo helle, glänzend und deutlich iſt, als in dem letztern: und wenn die zwote oder untere Fläche an ein durchſichtiges flüßiges Weſen, wie z. E. die Luft, das Waſſer u. d. gl. grenzt; ſo werden auch die Strahlen von da um ſo viel mehr in größerer Menge zurück geworfen, als das flüſſige Weſen oder Medium dünner, iſt. Weswegen denn das Licht durch die Reflection der zwoten Oberfläche alsdenn heller iſt, wenn ſie an die Luft grenzt, als an das Waſſer; und am allerhelleſten, wenn ſie gar an einem luftleeren Raume liegt.

Iſt die zwote oder untere Fläche des Glaſes mit einem dunkeln Körper bedeckt, welcher die Lichtſtrahlen nicht durchläßt, ſo werden dieſe von der zwoten Oberfläche in viel ſtärkerer Menge zurück geworfen, als von der erſtern, und das Bild iſt auch in jenem Falle nicht heller, als dasjenige, welches die erſte Fläche zurück wirft. Dieſes iſt die Urſache, weswegen man unter die Gläſer, Spiegels, oder geſchliffenen Steine, Folien legt, oder jene mit Queckſilber überzieht.

Woraus

und EC $= x$; ſo iſt CD $= c - x$, AC $= \sqrt{(aa + xx)}$, und mithin CB $= \sqrt{(bb + cc - 2cx + xx)}$. Weil nun alsdenn AC + CB ein Minimum ſeyn muß, ſo müſſen wir von dem Ausdrucke $\sqrt{(aa + xx)}$, $+ \sqrt{(bb + cc - 2cx + xx)}$ das Differenziale machen, und daſſelbe $= 0$ ſetzen, nehmlich

$$\frac{xdx}{\sqrt{(aa + xx)}} + \frac{xdx - cdx}{\sqrt{(bb + cc - 2cx + xx)}} = 0.$$ Wenn

 wir

Woraus denn erhellet, daß die Menge derjenigen Lichtſtrahlen, welche von der erſten Oberfläche zurück geworfen werden, nach Verhältniß derer, welche die zwote Fläche des Glaſes zurück wirft, nicht gar viel beträgt.

Tab. XXXIV. Fig. 8. Wenn ein Lichtſtrahl HC, aus der Luft in ein dichteres Medium ABFO fährt, ſo wird er von den Theilgen der Oberfläche AB des Medium, und an jeder Seite ein wenig angezogen; hieraus folgt, daß ſeine Bewegung in etwas geändert wird: denn weil die anziehende Kraft des Medium gegen die Oberfläche deſſelben perpendicular würkt, ſo biegt ſie den Strahl aus ſeiner vorigen Richtung HF in eine andere CE (durch das Medium,) welcher Strahl CE der durch den Punkt des Einfalls C gezogenen **Perpendicularlinie** KD näher liegt: und dieſe Eigenſchaft oder Würkung wird die **Refraction** des **Lichtſtrahls** genennt; HCK iſt alſo der **Einfalls**- und DCE der **Refractionswinkel.**

Beſchreibt man nun über dem Punkte C einen Cirkel DHKG, und zieht von den Punkten H und G (wo nehmlich der Cirkel den einfallenden und gebrochenen Strahl ſchneidet,) die Linien HL und GI, gegen die Perpendicularlinie KD recht

winklicht;

wir nun durch dx dividiren, und kreuzweiſe multipliciren; ſo haben wir $x \times \sqrt{(bb + cc - 2cx + xx)} + (x - c) \times \sqrt{(aa + xx)}$; folglich $x \times \sqrt{(bb + cc - 2cx + xx)} = (c - x) \times \sqrt{(aa + xx)}$; das iſt, $EC \times CB = CD \times AC$, und wenn wir hieraus eine Proportion machen, ſo haben wir $EC : AC = CD : CB$. Folglich ſind (vermöge des Euclides S. 6 und 7.) die beyden Drenecke AEC und BCD einander ähnlich; und eben daher iſt der Einfallswinkel ACB dem Reflectionswinkel BCD gleich.

2. Weil

winklicht; ſo ſind dieſe die Sinus des Einfalls- und des Refractionswinkels. Und man kann es auf verſchiedene Art beweiſen, daß bey einer jedweden Neigung des Lichtſtrahls HC gegen die Oberfläche des Medium AB, dieſe Sinus HL und GI, immer eine beſtändige Verhältniß gegen einander haben: und HL : GI = 4 : 3 ſey, wenn der Strahl aus der Luft in das Waſſer geht; fährt er aber aus jener in dieſes, ſo iſt HL : GI = 17 : 11, oder 3 : 2 beynahe; und überhaupt, je leichter das Medium iſt, deſto größer iſt auch die brechende Kraft oder Ungleichheit der Sinus; welches ſich alles durch Verſuche augenſcheinlich erweiſen läßt.

Wenn ein Lichtſtrahl EC aus einem dichtern Medium in ein dünneres fährt, wie z. E. aus dem Waſſer oder Glaſe in die Luft; ſo wird er, ſo wie er in das dünnere Medium bey C dringt, von ſeiner vorigen Richtung EN hinweg gebogen, und nimmt die Richtung CH an; welche von der Perpendicularlinie KC noch weiter entfernt liegt; in dieſem Falle iſt IG der Sinus des Einfallswinkels, HL der Sinus des Refractionswinkels; und alle übrigen Eigenſchaften und Zufälle ſind genau das Gegentheil von denen, die wir vorher mit eben den Namen benennt haben.

 Hieraus

2. Weil die hohle Fläche FCG, und die erhabenrunde DCE, beyde die Ebene AB in dem Punkte C berühren, auf welchen der Strahl fällt; ſo muß eben das Geſetz der Reflection bey ihnen beyden ſtatt finden, wie bey allen Flächen überhaupt; denn die Lage der übrigen Theilgen trägt zu der Urſache der Zurückwerfung des Lichts nichts bey, ſondern nur dasjenige, auf welches der Strahl unmittelbar fällt. Tab. XXXIV. Fig. 7.

Hieraus folgt: daß, wenn man in E einen Gegenſtand legt, und nachher bis zu der Höhe CD Waſſer darauf gießt, derſelbe von dem Auge geſehen werden könne, wenn es ſich über der Oberfläche des Waſſers AB befindet; obgleich dieſe Lage ſo niedrig iſt, daß man ihn ohne das Waſſer ohnmöglich erblicken könnte. Mithin kann man unſichtbare Gegenſtände auf die Weiſe ſichtbar machen, indem man ein dichteres Medium darzwiſchen bringt: welches aus einem ganz gemeinen Verſuche bekannt genug iſt. Daher kommt es, daß wir die Sonne und andere Himmelskörper alsdenn ſchon würklich ſehen, wenn ſie gleich noch unter dem Horizonte ſind, ſowohl den Morgen vorher, bevor ſie aufgehen, als auch den Abend, nachdem ſie ſchon untergegangen ſind; welches bloß von der Refraction der Atmoſphäre herrührt. Hieraus iſt der Unterſcheid entſtanden, welchen man zwiſchen dem Durchmeſſer der auf- und untergehenden Sonne und des Mondes, (in Betracht der elliptiſchen Figur,) gemacht hat, und indem man von einem Horizontaldurchmeſſer dieſer Himmelskörper redet; welcher Unterſcheid von der größern Refraction der Strahlen herrührt, die von dem untern Rande der Sonne oder des Mondes kommen.

Ferner folgt hieraus, daß, wenn wir einen Gegenſtand ſehen, welcher ſich in zweyen Mediums von verſchiedenen Dichtigkeiten befindet, wie z. E. einen Stab, welcher durch NE vorgeſtellet iſt, derſelbe niemals gerade, ſondern jederzeit gebrochen erſcheint: denn wenn das Auge in dem dünnern Medium iſt, der Theil des Stabes CE aber in dem dichtern; ſo wird CE

nach

nach der Linie CF gebrochen, und der ganze Stab erſcheint in der gebrochenen Geſtalt NCF.

Daher ſcheinen alle Gegenſtände in einem dichtern Medium erhabener zu ſeyn, als ſie würklich ſind; mithin der Theil des Stabes CE, in der Lage CF; und der Boden in allen Gefäßen, wenn es mit Waſſer bedeckt iſt, ſcheint um den 4ten Theil des Waſſers höher zu ſeyn, als die Tiefe des Waſſers beträgt: welches abermal blos von der Refraction herrührt. [CXVI.]

[CXVI.] 1. Wenn man annimmt, daß ſolche Körper, auf welche das Licht fällt, daſſelbe auf keine andere Weiſe bewürken, als in dem ſie geſtatten, daß ſie nur blos durch ſie dringen können; ſo iſt klar, daß die Strahlen in eben der geraden Linie immer fortgehen, wie vorher, nachdem ſie einmal eingedrungen ſind; mithin könnte keine ſolche Refraction entſtehen, als wir ſie vorher erklärt haben. Die Körper aber verhalten ſich nicht blos leidend gegen die Lichtſtrahlen, ſondern äußern gegen ſie eine würkliche und beſtimmte Kraft; wie ſolches durch Verſuche augenſcheinlich dargethan iſt. Denn läßt man ein kleines rundes Loch durch ein Stückgen Metall machen, und durch daſſelbe den Lichtſtrahl in ein finſteres Zimmer fallen; ſo müßte der Fleck des Sonnenlichts, in allen und jeden Entfernungen von dem Loche, gleich groß ſeyn, wenn das Metall ganz nnd gar nicht auf den Strahl würkte, indem er durch daſſelbe fährt: weil wir aber bemerken, daß der helle Fleck immer größer iſt, je weiter er ſich von dem Loche befindet; ſo beweiſet dieſes klar, daß die Metalltheilgen in dem Umkreiſe des Loches mit ihrer anziehenden Kraft auf die Lichtſtrahlen würken, und ſie dergeſtalt aus ihrer Richtung brechen, daß ſie immer weiter aus einander fahren.

Ich habe bereits geſagt, daß die Sonnenſtrahlen nicht von einerley, ſondern ungleichen Art ſeyn; und eine jedwede in einem verſchiede- Grade gebrochen werden, das iſt, wenn ſie durch

2. Laſſen wir ferner die Luftſtrahlen zwiſchen zween etwan den zehnden Theil eines Zolles von einander parallel geſtellten Meſſerſchneiden hindurch fallen; ſo bemerken wir an einer jedweden Seite des durchgefallenen Strahls, ein blaſſes Licht, welches ohngefehr eben die Farbe hat, wie der Schwanz eines Cometen, wenn der Strahl, in der Entfernung von 4 oder 5 Schuhen von den Meſſern, mit einem weißen Papiere aufgefangen wird. Stellt man aber die Meſſer mit ihren Schneiden nur den 100ſten Theil von einander; ſo bemerket man an ſtatt des vorhergehenden Lichts an jeder Seite des Strahls, Ränder von gefärbtem Lichte, welche mit den Schneiden der Meſſer parallel, und allemal deſto deutlicher ſind, je enger das durch das Fenſter gemachte Loch, oder je dünner der Lichtſtrahl iſt.

3. Werden die Schneiden der Meſſer näher zuſammengebracht, als den 400ſten Theil eines Zolles, ſo ſiehet man auf dem Papiere zwiſchen den beyden Einfaſſungen ganz und gar kein Licht mehr, ſondern alles Licht, welches zwiſchen den Schneiden durchgehet, wird nach beyden Seiten hingebogen, woraus denn offenbar erhellet, daß der Stahl, vermöge der anziehenden Kraft, in einer Entfernung von $\frac{1}{800}$ Zoll auf die Lichtſtrahlen würkt; welche anziehende Kraft aber beſtändig zunimmt, wie die Entfernung zwiſchen den Meſſerſchneiden abnimmt.

4. Außer dieſem ſind alle Schatten derjenigen Körper größer, welche man in einen ſolchen Lichtſtrahl in einem finſtern Zimmer hinſtellt, als ſie es ſeyn müßten, wenn die Lichtſtrahlen ganz nahe bey ihnen vorbeyfahren könnten, ohne gebrochen zu werden: denn der Schatten müßte in allen und jeden Entfernungen immer gleich groß bleiben und zwar eben ſo groß als der Umfang des Körpers iſt. Da wir aber ſehen, daß der Schatten immer größer wird, als der Körper iſt, ſo folgt,

durch ein dickeres Medium gehen, alsdenn unter ungleichen Winkeln gebrochen und von ihrem erſten Laufe, nach verſchiedenen Strecken, von

folgt, daß die Strahlen, ſo wie ſie von der Oberfläche deſſelben weggehen, weiter von einander fahren: welches denn keine andere Urſache haben kann, als weil ſie von der zurücktreibenden Kraft des Körpers, weiter von demſelben hinweg gebogen werden, ſo wie ſie an der Oberfläche deſſelben vorbey ſtreichen. Daher bemerkt man den Schatten eines Haares bey dieſem Verſuche 35 mal dicker, als das Haar iſt.

5. Dieſe anziehende und zurücktreibende Kraft der Körpertheilgen, vermöge welcher ſie die Lichtſtrahlen biegen und ihnen eine andere Richtung geben, iſt überhaupt die Urſache ſowohl des Zurückwerfens als der Brechung des Lichts: von welcher Materie wir nunmehro ausführlicher handeln müſſen. Man nehme demnach zwey Mediums an wie z. E. Luft und Waſſer; und der Lichtſtrahl HG in dem dünnern Medium, oder der Luft, gehe zu dem Punkte K auf der Oberfläche des dickern Mediums, oder des Waſſers AB; ſo äußert die anziehende Kraft der Theilgen in der Oberfläche des Waſſers, des dickern Mediums, ihre Würkſamkeit auf eine gewiſſe kurze Strecke, wie z. E. bis zu der Linie EF. So bald alſo der Strahl zu derſelben kommt, ſo zieht ihn die erwehnte Kraft perpendicular gegen die Oberfläche des Waſſers AB. Tab. XXXVI. Fig. 4.

6. Es würken alſo auf das Lichttheilgen in dem Punkte G zwo Kräfte, deren eine von der natürlichen Geſchwindigkeit, mit welcher ſich das Theilgen in der Richtung GK bewegt, herrührt, die andere aber von dem Anziehen des Mediums in der Richtung GI. Wenn wir nun das Parallelogramm GKMI ergänzen; ſo iſt aus dem, was wir ſchon längſt im vorhergehenden erwieſen haben, offenbar, daß ſich der Strahl in der Diagonallinie dieſes Parallelogramm, das iſt in der Richtung GM bewegen, und bey dem Punkte in der Oberfläche bey L, auf das Waſſer fallen müſſe.

7. Weil nun der Lichtſtrahl, nachdem er bey G angelanget iſt, einen Eindruck von der anziehenden Kraft

der Perpendicularlinie abgebogen werden: und eine jedwede von dieſer beſondern Art der Strahlen ihre beſondere Kraft habe, das iſt, der Strahl, wel=

empfangen hat, und zwar von einer ganzen Menge der Theilgen, ſo muß ſie nothwendig immer ſo lange zunehmen, bis das Theilgen nach L gekommen iſt. Die Kraft alſo, vermöge welcher es in der Richtung GI bewegt wird, iſt alſo von der Art, daß ſie beſtändig auf eben die Weiſe zunimmt, wie die Kraft der Schwere; weswegen denn ihre Bewegung beſtändig je mehr beſchleunigt wird: mithin kann die Strecke GL keine gerade Linie, ſondern ſie muß nothwendig krumm ſeyn. Weil aber die Entfernung GI gar ſehr klein iſt, ſo iſt die Krümme ihrer Spuhr durch einen ſo ſehr kleinen Raum nicht merklich, und kann daher für eine gerade Linie angenommen werden.

8. Nun ziehe man NO mit der Oberfläche des Waſſers AB, und zwar eben ſo tif unter derſelben als EF darüber iſt, parallel; ſo erhellet leicht, daß, weil das Lichttheilgen innerhalb der Entfernung IG von allen Seiten rund umher gleich ſtark angezogen wird, die anziehende Kraft, (gegen die Linie NO zu) immer um deſto ſtärker werden müſſe, ſo wie es derſelben näher kommt. Mithin wird ſeine Bewegung von L bis zu der erwehnten Linie, noch immerfort beſchleuniget, und daher eine krumme Linie. Das Theilgen wird alſo nicht durch die Diagonallinie GM nach M kommen, ſondern zu einem Punkte P in der krummen Linie LP, welcher Punkt der Perpendicularlinie LQ näher iſt.

9. Nachdem es zu der Linie NO in dem Punkt P gekommen, ſo iſt die anziehende Kraft nach allen Seiten gleich, ſeine Bewegung oder Geſchwindigkeit einförmig, und die Richtung ſo lange eine gerade Linie, bis es innerhalb eben der Entfernung GI der Unterfläche des Medium CD kommt, wo ſeine Spuhr ſich abermal in RS zu krümmen beginnet: wo denn alles genau umgekehrt ſo iſt, als da, wo der Strahl gegen das Waſſer gieng und in daſſelbe hinein fuhr, das iſt, RS bekommt eben die Lage gegen die Unterfläche, und macht eben die Winkel mit ihr, welche GL mit AB machte;

welcher am wenigſten gebrochen wird, iſt roth; der nächſtfolgende orangefarbe, der dritte gelb; der vierte grün; der fünfte blau; der ſechſte dunkel-

Ee 5 blau

machte; SV wird mit HG parallel, oder der Winkel HGX iſt dem Winkel VSY gleich.

10. Je dichter alſo ein Medium iſt, deſto gröſſer iſt auch die Anzahl der anziehenden Theilgen in einem gegebenen Raume; weswegen denn die Kraft GI oder die brechende Kraft des Mediums ebenfalls um ſo viel gröſſer ſeyn muß. Da nun das Waſſer nicht ſo dicht iſt, ſo hat es auch keine ſo ſtarke brechende Kraft, als das Glas; und bey dieſem iſt ſie nicht ſo ſtark, wie bey dem Demant. Was das Oel aber anbetrift, ob es gleich nicht ſo dicht iſt, ſo hat es doch nichts deſtoweniger eine ſtärkere brechende Kraft, welche daher rührt, weil es mehr Schwefeltheilgen hat, als andere Körper: denn weil Würkung und Gegewürkung wechſelsweiſige, entgegengeſetzte, und gleiche Kräfte zwiſchen allen Körpern ſind, und wir ſehen, daß die Lichtſtrahlen, wenn ſie von einem Brennglaſe in einen engern Raum gebracht werden, auf die ſchweflichten Körper ungleich ſtärker würken, und ſie ſo gar in Feuer und Flamme ſetzen; ſo müſſen auch umgekehrt, die Schweflìgten, öligten geiſtigen und dergleichen Körper, am allermeiſten auf das Licht würken, wie wir es auch würklich alſo beſtändig bemerken; und Herr Iſaac Newton glaubte, es ſey gar vernünftig, die brechende Kraft der Körper, wo nicht ganz und gar, doch vornehmlich, den ſchweflichten Theilgen beyzumeſſen, welche ſie häufig enthalten.

11. Weil nun die Geſchwindigkeit des Lichts in verſchiedenen Mediums ungleich iſt, ſo wollen wir annehmen, die Geſchwindigkeit in dem dünnern Medium von H nach C, verhalte ſich zu der in dem dichtern von C nach E, wie m zu n; und weil ſich die beſchriebenen Raume, wie die Rechtecke, oder die Producte der Zeiten in die Geſchwindigkeiten verhalten, ſo ſind auch die Zeiten wie die Raume direct und die Geſchwindigkeiten umgekehrt. Mithin verhält ſich die Zeit, in welcher die Linie HC beſchrieben wird, zu der Zeit, Tab. XXXIV. Fig. 8.

da

blau oder indigfarbig; der ſiebende und welcher am meiſten gebrochen wird, oder ſich von der Perpendicularlinie am weitſten entfernt, Violet.

Um

da ſich der Körper durch die Linie CG bewegt, wie $n \times HC$ zu $m \times CG$. Nun ſey $CI = a$, $CL = b$, $HL + IG = c$, und $IG = x$; ſo iſt $HL = c - x$; mithin $CG = \sqrt{(aa+xx)}$, und $HC = \sqrt{(bb+cc-2cx+xx)}$; weswegen denn die Zeit, in welcher ſich der Körper durch $HC + CG$ bewegt hat, $m\sqrt{(aa+xx)} + n\sqrt{(bb+cc-2cx+xx)}$ iſt.

12. Wenn wir nun annehmen, die Natur gehe beſtändig den kürzeſten Weg, ſo haben wir an dem vorhergehenden Ausdrucke der Zeit, ein Minimum, mithin ihr iſt ſein Differenziale = 0, das iſt,

$$\frac{mxdx}{\sqrt{(aa+xx)}} + \frac{nxdx - ncdx}{\sqrt{(bb+cc-2xc+xx)}} = 0.$$

Woraus wir denn erhalten

$$\frac{mx}{\sqrt{(aa+xx)}} = \frac{n \times (c-x)}{\sqrt{(bb+cc-2cx+xx)}};$$

das iſt, $\frac{m \times IG}{CG} = \frac{n \times HL}{HC}$. Wenn wir nun ſetzen, $HC = CG$, ſo haben wir $m \times IG, = n \times HL$; folglich $m : n = HL : IG$.

13. Die Verhältniß von m zu n aber, oder die Geſchwindigkeit vor und wehrend der Refraction, iſt in eben dem Medio beſtändig unverändert; mithin ſind die Linien HL und IG ebenfalls in einer unveränderten Verhältniß. Woraus wir denn nachfolgendes Grundgeſetz der Refraction herleiten: daß der Sinus des Einfallswinkels, zu dem Sinu des Brechungswinkels immer einerley Verhältniß habe; die Neigung des einfallenden Strahls ſey auch wie ſie wolle.

14. Weil nun die Verhältniß des Sinus beſtändig iſt, ſo dürfen wir nur noch beſtimmen, wie dieſe Verhältniß in jeglichen verſchiedenen Mediums beſchaffen ſey. Dieſes kann aber auf verſchiedene Arten geſchehen, von welchen ich eine allhier beybringen werde; vorhero aber muß ich folgenden Lehnſatz voran ſchicken. Es
Tab. XXXVI. Fig. 5. ſey GHD ein gleichſeitiges Dreyeck, und der Winkel D

durch

Um die Sache aber deutlicher zu machen, ſo bedeute GF ein Theil von einem Sonnenſtrahle, welcher durch das Loch H eines Fenſterladens in ein

durch die Linie DO in zwey gleiche Theile getheilt; AKMC mit der Seite GH parallel, und durch den Punkt K die Linie IKN, welche OD in N ſchneidet; ſo iſt der Winkel AKI = NKB, weil beyde Verticalwinkel ſind. Auch iſt das Dreyeck NKD in zwey andere Dreyecke NKB und BKD, durch die Perpendicularlinie KB, getheilet; folglich der Winkel NKB dem Winkel KDB gleich: welches alles aus des Euclides Anfangsgründen klar iſt.

15. Nun wollen wir ſetzen, GHD ſey der Durchſchnitt eines Priſma von Waſſer, Glaſe oder eines andern durchſichtigen Medium, und KM der Lichtſtrahl, welcher durch das Priſma mit der Seite GH parallel fährt; überdieſes gehe derſelbe wieder aus dem Priſma heraus, und werde in der Luft, an jeder Seite nach den Richtungen KF und ME gebrochen; ſo beſchreibet über K den halben Circul PIQ; und alsdenn iſt NKB (= KDB) = AKI der Einfallswinkel außerhalb dem Priſma, in der Luft, und FKI der Refractionswinkel. Mithin ſind AR und FS jener der Sinus des Einfalls- und dieſer des Refractionswinkels, wenn der Strahl aus dem Priſma in die Luft fährt.

16. Dahingegen können wir FK, als den auf das Priſma in dem Punkte K, einfallenden Strahl eben ſo wohl anſehen, und wie derſelbe nach der Richtung KM mit der Seite GH parallel gebrochen wird, welcher aber bey dem Punkte M wieder heraus nach der Strecke ME in die Luft fährt, und macht, daß der Winkel EML mit der Perpendicularlinie ML dem Winkel FKI gleich iſt. In dieſem Falle iſt FKI der Einfalls- und NKB der Refractionswinkel in dem Priſma; welcher Refractionswinkel mithin gegeben oder beſtändig und iederzeit dem Winkel KDB oder dem halben Winkel des Priſma gleich iſt.

17. Der Einfallswinkel FKI aber beſtehet aus zween Theilen, dem gegebenen Winkel AKI nehmlich (= KDB), und dem Winkel AKF, welcher mit ihm Tab. XXXVI. Fig. 6.

ein finſteres Zimmer gehet. In demſelben falle dieſer Strahl auf das Priſma ABC, und zwar auf den Punkt F. So, wie nun die Strahlen durch

ihm den Winkel FKI ausmacht. Nun iſt aber der Winkel AKI bekannt, weil er jederzeit halb ſo groß iſt, als der Winkel, welchen die beyden Seiten des Priſma mit einander machen; der Winkel FKA aber wird gefunden, wenn man die eine Ecke des Priſma an den Mittelpunkt eines in ſeine Grade getheilten halben Cirkels ABC legt, das Linial herum führt, deſſen beyde Schenkel FK und KE, über die Horizontallinie AC gleich erhoben ſind, und daher mit dem ausfahrenden Strahle FK und ME in der 5 Figur übereinſtimmen, oder deſſen Winkel beſtimmen: denn wenn hier ein Gegenſtand an das eine Ende des Schenkels F geſtellet wird, ſo iſt klar, daß ein Auge durch die Diopter an dem andern Ende des Schenkels E, dieſen Gegenſtand ſiehet; kann man denſelben aber ſehen, ſo iſt auch der Winkel AKF in Graden bekannt; weil ihn jeder Schenkel auf dem Unterkreiſe des halben Cirkels anzeigt.

18. Dieſe Anzahl von Graden muß man zu der beſtändigen Zahl von 30 Graden addiren, welche die Hälfte des Winkels ſind, den die beyden Seiten des Priſma mit einander machen; ſo hat man den ganzen Einfallswinkel FKI. Iſt nun ſowohl der Einfalls- als Refractionswinkel gefunden, ſo kann man auch die Sinus FS und AR leicht entdecken: weil deren Verhältniß zu einander beſtändig einerley iſt, ſo lange nehmlich das Priſma aus einerley Materie beſteht; welches wir ſowohl aus der vorhergehenden Theorie ſchon eingeſehen haben, als auch, vermöge dieſes Inſtruments, durch den Verſuch zugleich abermal erwieſen werden kann. Denn es beſtehe z. E. das Priſma aus Waſſer, ſo muß man einen jedweden Schenkel des Linials um 12 Grade an dem Umkreiße des halben Cirkels erheben, ehe noch das Bild des Gegenſtandes in F von dem Auge in E geſehen werden kann, ſo iſt $12 + 30 = 42^{0} = FKA + AKI = FKI$ dem Einfallswinkel.

Der

durch das Priſma fort gehen, ſo wird ein jedweder derſelben, auch nach einem verſchiedenen Grade gebrochen; mithin alle dadurch dergeſtalt von

Der Sinus FS von 42° aber, verhält ſich zu dem Sinus AR von 30°, wie 4 zu 3 beynahe.

19. Nun iſt aber klar, daß, wenn die Verhältniß der Sinuſſe AR und FS nicht beſtändig, oder FS in einer andern Verhältniß größer oder kleiner wäre, als AR, der einfallende Strahl FK alsdenn auch einen Winkel FKI machen könnte, welcher ebenfalls entweder größer oder kleiner wäre, als der Sinus von 42°; nichts deſtoweniger aber könnte der Gegenſtand in F von dem Auge in E geſehen werden. Dieſes aber finden wir, wenn wir den Verſuch machen, unmöglich; weil es keine andere Erhöhung der Schenkel des Linials giebt, unter welcher man den Gegenſtand ſehen kann, außer die eben erwehnte von 12 Graden.

20. Wenn GHD ein gläſernes Priſma iſt, welche Materie mehrere Dichtigkeit hat, als das Waſſer; ſo iſt auch ſeine brechende Kraft größer, und daher wird es auch auf den Strahl KM, bey ſeinem Ausgange in die Luft, ſtärker würken und machen, daß er weiter von der Perpendicularlinie IK oder ML hinweggebogen werde. Mithin muß der Einfallswinkel FKI wenn der Strahl aus der Luft in das Glas fährt, größer ſeyn, und eben daher eine ſtärkere Erhöhung der Schenkel des Linials erfordern, als vorher in dem Waſſerpriſma. Und wir finden auch durch Verſuche, daß dieſes würklich alſo ſey: weil alsdenn die Erhöhung, anſtatt, daß ſie vorher 12 Grade war, nunmehr ohngefehr 22 oder 23 Grad iſt.

21. Hieraus erhellet: daß der Sinus des Einfallswinkels FS zu dem Sinus des Refractionswinkels AR, eine beſtändige Verhältniß habe; weil der Winkel AKL unverändert bleibt (indem er jederzeit dem Winkel GDO gleich iſt) und in eben dem Medium GDH, der Winkel FKI beſtändig eben derſelbe bleibt, weil die brechen-

von einander getrennet, daß ſie bey ihrem Aus-gange an der andern Seite bey E, nach verſchiedenen Strecken fortgehen, von der Perpendicular-linie

brechende Kraft immer einerley iſt; ſo muß es auch, weil die Winkel unverändert bleiben, mit den Sinuſſen eben die Bewandtniß haben, oder ihre Verhältniß zu einander immer einerley bleiben.

22. Nachdem man mit dieſem Inſtrumente den Einfalls und Refractionswinkel entdecket hat, ſo kann man auch die Sinuſſe der beyden Winkel leicht beſtimmen, wie ſich ein jeder derſelben in ſeinem Medium verhält. Es verhält ſich alſo in dem Waſſer der Sinus von 42° zu dem Sinus von 30°, wie 4 zu 3 beynahe; in dem Glaſe aber der Sinus von 46° zu den Sinus von 30°, wie 3 zu 2 oder genauer, wie 17 zu 11. Uebrigens hat man vermöge einiger Verſuche gefunden, daß ſich der Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Refractionswinkels in dem Demante wie 5 zu 2 verhält.

23. Weil wir aber in phyſiſchen Dingen bey weitem kein ſolches Anſehen haben, wie der Herr Iſaac Newton, ſo will ich hier aus ſeiner Optic eine Tabelle beybringen, wie ſich die Sinus des Einfalls- und Refractionswinkel des gelben Lichts verhalten: denn dieſer Brechungen ſind zwiſchen den Strahlen, die am meiſten und wenigſten gebrochen werden, beynahe das Mittel, wie wir im folgenden ſehen werden. Die Körper findet man in der erſten Columne; die zwote aber drückt die Dichtigkeiten der Körper aus, welche nach ihrer eigentümlichen Schwere geſchätzt ſind; und die dritte die brechende Kraft eines jeden Körpers, in Betracht gegen ihre Dichtigkeit.

24. Bre-

linie EP verſchieden abweichen, gegen die andere Seite des Zimmers gehen und daſelbſt ein langes und buntes Bild der Sonne XY vorſtellen, welches

24.

Brechende Körper.	Verhältniſſe ihrer Sinuſſe.			Dichtigkeit der Körper.	Brechende Kraft.
Luft.	3201	zu	8200	0,0012	5208
Antimoniumglas.	17	—	9	5,2800	4864
Unächter Topaſer.	23	—	14	4,2700	3979
Selenites.	61	—	41	2,2520	5386
Gemeines Glas.	31	—	20	2,5800	5436
Bergchryſtall.	25	—	16	2,6500	5450
Islän. Chryſtall.	5	—	3	2,7200	6536
Steinſalz.	17	—	11	1,1430	6477
Allaune.	35	—	24	1,7140	6570
Borax.	22	—	15	1,7140	6716
Salpeter.	30	—	21	1,9000	7079
Danzig. Vitriol.	303	—	200	1,7150	7551
Vitriolöl.	12	—	7	1,7000	6124
Regenwaſſer.	529	—	396	1,0000	7854
Arabiſch Gum̃i.	31	—	21	1,3750	8574
Rect. Weingeiſt.	100	—	73	0,8060	10121
Campher.	3	—	2	0,9960	12551
Olivenöl.	22	—	15	0,9130	12607
Leinöl.	40	—	27	0,9320	12819
Terpentingeiſt.	25	—	17	0,8740	13222
Berſtein	14	—	9	1,0400	13654
Demant.	100	—	41	3,4000	14556.

25. Die Refraction der Luft in dieſer Tabelle iſt durch diejenige Refraction beſtimmt, welche die Aſtronomen bey der Atmoſpäre angemerkt haben: denn wenn das Licht durch verſchiedene Körper oder Mediums geht, die immer nach und nach dichter und in parallel liegende Flächen eingeſchloſſen ſind, die dieſes Licht auf verſchiedene Art brechen; ſo iſt die Summe aller dieſer Refractionen derjenigen einzelnen Refraction

welches in der That ein ſo angenehmer und be⸗wundernswürdiger Anblick iſt, als ihn die Natur geweren kann.

Nachdem

fraction gleich, die es erlitten haben würde, wenn es unmittelbar aus dem erſten Medium in das letzte ge⸗gangen wäre; und zwar, weil der eindringende Strahl dem in jedes Medium beſonders einfallenden, gleich iſt (N. 9), wenn dieſe Mediums alle von einander abge⸗ſondert ſind; und daher keine Veränderung der Re⸗fraction entſtehn kann, daß ſie an einander liegen.
Tab. XXXVI. Fig. 7. Wenn alſo AA das Medium der Luft iſt, welches zwi⸗ſchen zweyen verſchiedenen Mediis, wie z. E. dem Waſſer BB und Glaſe CC liegt; ſo iſt der aus dem Waſſer ausfahrende Strahl *ei* mit dem einfallenden Strahle *ac*, und der aus dem Glaſe ausfahrende Strahl *lo* mit dem einfallenden *ei* parallel. Woraus denn erhellet, daß die Refraction des Strahls *il* eben ſo iſt, als wenn die beyden Media BB und CC an einander grenzten; weil in dieſem Falle der Strahl *ei* nur wegfällt, welcher keinen Unterſcheid macht.

26. Wenn ſich nun der Einfallswinkel, im Fall der Strahl aus der Luft in das Waſſer fährt, wie (*ab*:*de*) I : R verhält, und der Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Refractionswinkels aus Luft in Glas wie (*no*:*ik*) oder *I* : *R*; ſo iſt $no = \frac{ik \times I}{R} = ab = \frac{de \times \mathrm{I}}{\mathrm{R}}$. Weswegen denn $\mathrm{R} \times I \times ik = R \times \mathrm{I} \times de$. Wenn aber die beyden Media BB und CC an einan⸗der liegen, ſo iſt $de = cf$ der Sinus des Einfallswin⸗kels, aus Waſſer in Glas, und $ik = ml$ der Sinus der Refraction; mithin $cf : ml = \mathrm{R} \times I : R \times \mathrm{I}$ = der Verhältniß des Sinus des Einfalles aus dem Waſſer: zu dem Sinu der Refraction in dem Glaſe.

27. Hier muß ich dasjenige ſehr genaue Verfahren beſchreiben, deſſen ſich Herr Hawksbee auf Koſten der königlichen Societät bedienet hat, die brechende Kraft der Luft zu beſtimmen, welches darinne beſtund. Er

nahm

Nachdem nun dieſe verſchiedenen Strahlen gebrochen ſind, ſo erſcheinen ſie ein jeder in ſeiner ihm

nahm einen recht deutlichen gerade aufſtehenden Gegenſtand P, welcher 2588 Fuß entfernt war. Hierauf pumpte er aus einem Priſma ABC die Luft, und befeſtigte es an dem Ende eines Fernrohrs von 10 Fußen, welches in ſeinem Brennpunkte mit einem Haare verſehen war. Darauf betrachtete er durch den luftleeren Raum den Gegenſtand in dem Strahle PES. Nachher ließ er in das Priſma wieder Luft hinein; und bemerkte, daß ſich der Gegenſtand immer nach und nach über das Haar erhob, ſo wie die Luft wieder hinein drung: an dem Ende aber bemerkte er, daß das Haar ein an dem Gegenſtande gemachtes Merkmal von $10\frac{1}{4}$ Fuß unter demſelben mehr bedeckte, wie bey P, daß alſo PM = $10\frac{1}{4}$ Fuß war.

28. Nachdem dieſes geſchehen war, ſo verdickte er die Luft in dem Priſma und zwar nur um einem Drucke mit dem Kolben der Luftpumpe, befeſtigte das Priſma wieder eben ſo, als vorher, an dem Fernrohre, und ließ nachher die Luft wieder herraus; worauf denn der Gegenſtand ſich von eben dem Raume von $10\frac{1}{4}$ Fußen wieder heruntrr zu bewegen ſchien. Weil nun der Radius PI = 2588, und PM 10,25; ſo finden wir den Winkel PIM = 68″, wovon die Hälfte 34″ für den Winkel QDI kommt; welcher, wenn er von QDK oder QPI (= 32° = dem halben Winkel, den die Seiten des Priſma einſchließen) abgezogen wird, den Winkel KDI, oder LDS = 31° 59′26″ läßt: weswegen ſich denn der Sinus des Einfallswinkels (32°) in dem luftleeren Raume, zu dem Sinus des Refractionswinkels (31° 59′26″) in der Luft, wie 1000000 zu 99736 verhält. Des Herrn Hawksbee Zeichnung von ſeinem Inſtrumente aber, kann man Tab. XXXV. Fig. 7, 8, 9, ſehen.

29. Wenn man nun den Unterſcheid zwiſchen dem wahren und ſcheinbaren Orte der Gegenſtände wiſſen will, den man durch ein Medium von verſchiedener Dicke aus der Luft ſiehet; ſo kann man die Einrich-

ihm eignen Farbe beſonders, und zwar in der Ordnung, wie folgt. Die, welche am wenigſten gebrochen werden oder der Perpendicularlinie BE am nächſten liegen, ſind roth, und machen
alſo

tung ſo machen, als ſie in der Figur gezeichnet iſt, wo der Sinus des Einfallswinkels HL, und der Sinus des Refractionswinkels GI iſt. Dieſe aber ſind in einer beſtimmten Verhältniß wie A zu B, das iſt HL:GI = A:B; weil aber die Linien NQ und KC mit einander parallel ſind, ſo iſt HL = NK, mithin NK:IG = A:B = NC:IC = HC. Es iſt aber NC:HC = CE:CM, weil PE mit KD parallel iſt, mithin CE:CM = A:B.

Tab. XXXIV. Fig. 9.

30. Weil nun der Strahl EC, welcher von dem Gegenſtande E kommt, in der Luft nach CH gebrochen wird; ſo liegt der ſcheinbare Ort des Gegenſtandes M, in der bis F verlängerten und gebrochenen Linie HC, und der gegen den Horizont OR gezogenen Perpendicularlinie PF; der Punkt M aber iſt allemal eer ſcheinbare Ort des Bildes. Wenn nnn der Winkel CEO ſehr klein iſt, oder der Punkt C mit O zuſammen fällt, ſo werden die Linien CE und CM denen Linien OE und OM gleich; und alsdenn haben wir in dieſem Falle OE OM = A:B=4:3, in dem Waſſer nehmlich. Woraus denn erhellet, daß, wenn der ſcheinbare Ort eines Gegenſtandes unter das Waſſer getaucht und in der Perpendicularlinie geſehen wird, derſelbe $\frac{3}{4}$ der Tiefe des Waſſers erſcheint.

31. Wenn aber das Medium Glas iſt, ſo haben wir OE:OM = 3:2, oder genauer 17:11; daß alſo $\frac{11}{17}$ OE = OM, oder der ſcheinbare Ort des Gegenſtandes, wenn er durch ein Medium von Glas betrachtet wird, $\frac{11}{17}$ der dicke des Glaſes OE iſt. Bey dem Demant iſt er in $\frac{2}{5}$ der ſeiner Tiefe deſſelben u. ſ. f. und ſo für alle übrigen Körper, welche wir in der vorhergehenden Tabelle angeführet haben.

32. So, wie ſich nun ferner der Punkt C von dem Punkte O entfernt, ſo wird auch der Winkel CEO, welcher dem Einfallswinkel ECD gleich iſt, größer und
mithin

alſo den rothen Theil des Bildes bey R aus; der nächſtfolgende Theil enthält die orangefarbenen bey O, alsdenn kommen die gelben bey Y,

mithin auch der Refractionswinkel HCK; oder der gebrochene Strahl HC hat gegen die Horizontallinie AB eine ſtärkere Neigung, und mithin CF ebenfalls. Hieraus iſt nun klar, daß die Entfernung des ſcheinbaren Ortes des Gegenſtandes oder die Linie OM, abnimmt; weswegen denn der Gegenſtand ſich nach der Perpendicularlinie PE in die Höhe zu bewegen ſcheint. Iſt nun der Winkel CEO ſo groß, daß der Strahl CH mit dem Horizonte parallel gebrochen wird, oder mit AC zuſammen fällt; ſo wird CM = CO, und der Gegenſtand auf dem Boden bey E, erſcheint auf der Oberfläche des flüßigen Weſens bey O.

33. Wenn nun das Medium Waſſer iſt, ſo haben wir in dieſem Falle CE:CO = 4:3; und hieraus finden wir OE = 2,65 beynahe. Wenn alſo ein Gefäß, deſſen Weite 2CO = 6 und Tiefe OE = 2,65, mit Waſſer gefüllet, in daſſelbe auf den Boden gelegt und alsdenn in der Perpendicularlinie betrachtet wird; ſo ſcheint es von E bis M um $\frac{1}{4}$ der Tiefe höher; und ſo wie ſich das Auge von der Perpendicularlinie gegen die Horizontallinie AC weg bewegt, ſo ſcheint ſich auch der Gegenſtand von M gegen die Oberfläche des flüßigen Weſens nach O zu bewegen: welches alles durch den geringen Verſuch beſtätiget wird, da man in eine Theetaſſe oder anderes Gefäß Waſſer gießt, und alsdenn die Blumen oder andere Mahlerey auf dem Boden betrachtet.

34. Hieraus erhellet auch die Urſache, weswegen ein gerader Stab NCE, wenn er mit einem Theile ins Waſſer geſetzt wird, jederzeit gebrochen zu ſeyn ſcheint, und zwar unter dem Winkel NCM. Dieſes kommt daher: weil der Theil CE, durch die Refraction, in die ſcheinbare Lage CM gehoben wird: und der Theil unter dem Waſſer jederzeit kürzer geſehen wird: denn EC erſcheint als die kürzere Linie CM, welches alles aus ſehr gemeinen Verſuchen bekannt genug iſt.

grünen bey G, die blauen bey B, die indig-blauen bey I, und violetten bey V. Dieſe ſind die urſprünglichen einfachen Farben in der Natur;

35. Weil ferner EM der Unterſcheid zwiſchen dem wahren und ſcheinbaren Orte der Gegenſtände iſt, wenn ſie durch ein Medium geſehen werden und derſelbe jederzeit nach Verhältniß zu der Tiefe OE, und der zu dem Auge gebrochenen ſchiefen Strahlen, größer iſt; ſo folgt, das, wenn ein cirkelförmiger Körper ins Waſſer gelegt wird, ſo, daß die Lage gegen den Horizont entweder perpendicular oder geneigt iſt, an den untern Theilen eine größere Brechung der Strahlen leidet, als an der obern: weswegen denn die untern halben Cirkel, wie halbe Ellipſen erſcheinen. Die obern nehmen zwar eben dieſe Geſtalt an, aber nur nicht ſo ſtark, weil hier die Refraction geringer iſt, als weiter unten. Hieraus folgt, daß ein in dieſer Lage durch ein Medium betrachteter Cirkel allemal elliptiſch, wie ſein verdickter Durchmeſſer verkürzt erſcheint; dahingegen aber der Horizontaldurchmeſſer keine ſcheinbare Veränderung leidet, ſondern nur dem Scheine nach, über ſeine würkliche Lage erhoben iſt. Woraus ſich denn die Erſcheinung der Sonne oder des Mondes, wenn ſich beyde nahe an dem Horizonte befinden, und länglicht rund ſcheinen, wie wir im Vorhergehenden ſchon erinnert haben, erklären läßt.

36. Aus dem aber, was wir eben beygebracht haben, iſt leicht einzuſehen, daß, wenn ein Strahl EC in dem Medium der Luft dergeſtalt gebrochen wird, daß er mit dem Horizonte AC beynahe entweder parallel iſt, oder gar zuſammen fällt, wir, weil die Linie CE = AC der Halbmeſſer iſt, dieſe Proportion erhalten; nehmlich, wie ſich 4 zu 3 verhält, ſo verhält ſich auch der Radius AC oder CE zu dem Sinus der Refraction CO, oder DE; welcher Winkel denn eben daher beynahe 48° iſt. Mithin wird man leicht erachten, daß, wenn der Lichtſtrahl EC auf das Medium ſchiefer einfällt, als wir es hier angegeben haben, das iſt, wenn er einen Winkel ECD macht, welcher gröſ-

ſer

Natur; aus deren verſchiedenen Vermiſchungen alle übrigen, vermittelſt der Refractionen und Reflectionen von den natürlichen Körpern entſtehen. [CXVII.]

ſer iſt, als 48°, der Strahl alsdenn ganz und gar wieder gegen die untere Fläche zurückgeworfen werden müſſe, und nicht heraus in die Luft zu einen von beyden Flächen des Mediums gehen werde.

37. Ferner, wenn das Medium Glas iſt, und der Einfallswinkel ſich zu dem Refractionswinkel wie 11 zu 17 verhält, ſo iſt der Winkel ECD ohngefehr 41°, wenn der gebrochene Strahl CH mit der Horizontallinie AC zuſammen fällt. Weswegen denn das Licht, wenn der Winkel größer iſt, von der einen Oberfläche des Glaſes zu der andern ganz und gar zurück geworfen, und nichts davon in die Luft gelaſſen wird. Woraus denn folgt: daß, obgleich die Theilgen der körperlichen Materie an und vor ſich ſelbſt durchſichtig ſind, ſie nichts deſto weniger, wenn ſie unter einander eine ſolche Lage bekommen, daß ſie das Licht unter einem ſehr ſchiefen Winkel zurück werfen, daſſelbe in dieſem Falle, durch die verſchiedenen Abprallungen in dem Körper verlohren gehen, und daher den Körper undurchſichtig machen werde.

[CXVII.] 1. Dieſe verſchiedene Brechung des Sonnenlichts kommt daher, weil die Lichttheilgen eine verſchiedene Größe haben: denn wenn eine Kraft auf einen Körper würkt, und ihn dadurch in eine Art der Bewegung nach einer gewiſſen Strecke ſetzt; ſo bleibt dieſe Beſtimmung der Bewegung des Körpers nach dieſer Stärke ſo lange unverändert, als die würkende Kraft und die Menge der Materie gleich bleibt; ſo wie aber eine von beyden, oder beyde zugleich, verändert werden, ſo hat es auch mit dieſer Bewegung eben die Bewandtniß.

2. Nun iſt aber die brechende Kraft des Medium beſtändig einerley, wenn dieſes durchgehens aus einerley Materie beſteht. Wenn daher ein Lichtſtrahl durch das Waſſer, Chryſtall, Glas u. d. gl. fährt, uud man

Weil nun ein Linſenglas eben wie ein Priſma, die Lichtſtrahlen, welche durch daſſelbe fahren,

an den verſchiedenen Theilen des Strahls auch eine verſchiedene Brechung bemerkt, ſo folgt, daß die Theilgen, aus welchen die Strahlen beſtehen, welche ſich nach verſchiedenen Strecken bewegen, unter einander in Betracht der Materie, und mithin auch ihrer Größe, ungleich ſind. Weil nun die Strecke der Bewegung, oder die Kraft, ſich wie das Product aus der Menge der Maſſe in die Geſchwindigkeit verhält; ſo iſt in dieſem Falle klar, daß die Menge der Materie deſto geringer ſeyn müſſe, je größer die Geſchwindigkeit iſt. Weswegen denn diejenigen Lichtſtrahlen, welche die größeſte Refraction haben, nicht ſo groß ſind, als andere, die nicht ſo ſtark gebrochen werden, indem die größern, mithin ſchwerern Theilgen, von der anziehenden Kraft des Glaſes nicht ſo leicht bewegt werden können. Eben ſo, wie eine ſtarke Magnetnadel von dem Magnetſteine nicht ſo leicht in Bewegung geſetzt wird, und auch nicht durch eine ſo große Strecke, als eine kleinere.

3. Iſt nun dieſes die Urſache, ſo ſieht man leicht, daß, wenn man einen Lichtſtrahl HF durch das Loch in einem Fenſterladen in ein finſteres Zimmer, und auf das Priſma ACB bey F, fallen läßt, derſelbe von der Oberfläche des Glaſes bey F, nach einer perpendicularen Richtung gezogen werden müſſe; weswegen denn die Theilgen von ihrem geraden Laufe nach T, den ſie vorher hatten, hinweg gebogen werden, und ſich gegen die Perpendicularlinie *ab*, das iſt, gegen die Theile F*a* innerhalb dem Glaſe neigen; welche Abweichung oder Brechung denn allemal um deſto ſtärker iſt, je kleiner die Lichttheilgen ſind.

4. Daher bekommen die verſchiedenen Lichttheilgen von der Seite AC gegen die Seite DC, verſchiedene Richtungen. So wie ſie nun hieher kommen, und alsdenn wieder in die Luft fahren, ſo werden ſie abermal von der anziehenden Kraft des Glaſes zur Seite gezogen; woraus denn eben diejenige Würkung wie vorher entſteht, das iſt, eine jedwede Art dieſer Strahlen nähert ſich

ren, abſondert, ſo folgt, daß auch jede beſondere Art der Strahlen, ihren eignen Brennpunkt

ſich weiter gegen die Seite des Glaſes, und ſie werden daher abermal von den Richtungen hinweggebogen, welche ſie in dem Glaſe hatten, oder von der Perpendicularlinie PE.

5. Daher weichen diejenigen Strahlen, deren Theilgen am dickſten ſind, am wenigſten von der Perpendicularlinie ab, mithin gehen ſie nach R, und machen den unterſten und rothen Theil des gefärbtes Bildes aus. Die nächſt kleinern Theilgen aber, werden etwas ſtärker gebrochen, gehen nach O, und haben eine Oranzenfarbe; die der Größe nach abermal ſtärkern, werden noch mehr gebrochen, und erſcheinen bey Y in einer gelben Farbe; auf dieſe folgen die grünen bey G; die blauen bey B; die indigblauen bey I; und die violetten in V: da nun dieſe am meiſten gebrochen werden, ſo ſind ſie auch die allerkleinſten.

6. Nunmehr muß ich ferner zeigen, wie der beſondere Grad beſtimmt werde, nach welchem die Strahlen des Sonnenlichts gebrochen werden, und wie ſich die Sinus dieſer Brechungswinkel verhalten. Zu dieſem Ende müſſen wir erwegen, daß der Sinus des Einfallswinkels bey allen dieſen Strahlen gleich ſey; und wenn der Einfall nach der Richtung FK geſchicht, bey der erſten Brechung derſelbe in einer parallelen Richtung gegen die obere Seite des Priſma GH fortgehen muß, da denn die Brechungen an jeder Seite des Priſma gleich ſind, und ſo auch dem Brechungswinkel des Priſma GDH, welches alles aus dem klar iſt, was wir in den Noten (zu CXV.) bewieſen haben.

Tab. XXXVI. Fig. 6.

7. Auch iſt aus der Erfahrung klar, daß, wenn das Priſma ABC mit ſeiner Achſe perpendicular gegen den Sonnenſtrahl gehalten, und alsdenn um dieſe Achſe gedrehet wird, das gemalte Bild erſtlich bis zu einem gewiſſen Grade herunter ſteigt, wo es alsdenn ſtille ſtehen bleibt; nachhero aber zu eben dem Orte wieder hinauf ſteigt, den es vorher einnahm. Woraus denn offenbahr iſt, daß, weil die Höhe des Bildes über dem Orte, wo der Sonnenſtrahl hinfallen würde, wenn das

hat, oder nach einem beſondern Punkte in der Achſe des Linſenglaſes hingebogen wird; aber nicht

Priſma hinweg wäre, von der Summe der Refraction herrührt, welche an jeder Seite deſſelben entſteht, da denn, wenn das Bild herunter tritt, die Summe dieſer Brechungen abnehmen, alsdenn aber zunehmen muß, wenn das Bild wieder in die Höhe ſteigt.

8. Weil alſo daſſelbe zweymal auf eben die Stelle fällt, wenn das Priſma einmal herum gedreht wird, ſo giebt es zwo Lagen deſſelben, in welchen die Summen der Refraction an ſeinen Seiten gleich ſind, und dieſe äußern ſich, wenn die Winkel des einfallenden Strahls HDL und ODL ſo beſchaffen ſind, daß die gebrochenen Theile DG und DF gegen die Seite des Priſma geneigt ſind, aber nach den Seiten gegen einander über; welches ſo zu verſtehen iſt, daß der Winkel DGB = dem Winkel BDF, und der Winkel GDB = dem Winkel DFB, mithin die Dreyecke DBG und DBF ähnlich ſind. Denn wenn der Strahl die Lage HDG hat, ſo ſind die Brechungen bey den Winkeln D und G den Winkeln E und D gleich, wenn der Strahl die andere Lage ODE hat. Mithin muß auch die Summe der Brechungen an jeder Seite in beyden Fällen gleich ſeyn, und machen, daß das Bild an eben dem Orte zweymal erſcheint.

9. Wehrend dem nun, da die ungleichen Brechungen an jeder Seite des Priſma, bey D und G, oder D und F, einander immer mehr und mehr gleich werden, ſo nähert ſich der gebrochene Strahl DG oder DF beſtändig der Lage DE; wenn er nun daſelbſt hinkommt, ſo ſind die Brechungen an jeder Seite, weil die Winkel bey D und E gleich ſind, ebenfalls gleich, und das Bild iſt in dieſem Falle an ſeine Grenzen oder in die unterſte Lage gelangt. Alsdenn iſt RD der einfallende Strahl, und EP der ausfahrende.

10. Man verlängere demnach RD und EP ſo weit, daß ſie einander in I ſchneiden, und ziehe eine horizontale Linie M und N; alsdenn ſey der Winkel RMN die Höhe der Sonne, und PNM die Höhe des Bildes bey P; welche Winkel mit einem Quadranten leicht gemeſſen

nicht zu einem einzigen, wie ſolches geſchehen müßte, wenn das Bild von einem Gegenſtande

Ff 5 recht

ſen werden können. Die Summe derſelben iſt dem äußern Winkel PIM gleich, und dieſe abermal den beyden innern Winkeln der Refraction IDQ und IEQ; und vermöge deſſen, was wir eben bewieſen haben, IDQ = IEQ = QDK; weswegen denn QDK = DBK = $\frac{1}{2}$ (N + M). Folglich $\frac{1}{2}$ (N + M) + IDQ = IDK oder RDL, dem Einfallswinkel.

11. Zu der Erläuterung dieſes Falles wollen wir des Herrn Iſaac Newtons Exempel beybehalten. Der Refractoinswinkel ſeines Priſma ABC war = $62^\circ\ 30'$, wovon die Hälfte $31^\circ\ 15'$, deſſen Sinus 5188 iſt, wenn der Halbmeſſer 10000 Theile hat. Stund nun das Bild an ſeiner Grenze ſtille, ſo maaß er den Winkel PNM eines Strahls EP von einer mittelmäßigen Brechung, mit einem Quadranten, das iſt, welcher ſich bis zu der Mitte des gemalten Bildes bey P erſtreckte; und indem er dieſen zu dem Winkel RMN der zu gleicher Zeit gemeſſenen Höhe der Sonne, addirte, ſo erhielt er für den Winkel PIM, $44^\circ\ 40'$; wovon die Hälfte $22^\circ\ 20'$ zu der Hälfte des Winkels der Refraction $31^\circ\ 50'$ addirt wurde, da denn der Einfallswinkel RDL = $53^\circ\ 35'$ kam, wovon der Sinus 8047 iſt. Mithin verhält ſich der Sinus des Einfallswinkels eines Strahls von mäßiger Brechung, oder des gelben Strahls, zu dem Sinus der Refraction, wie 8047 zu 5188, welches wie 31 zu 20 iſt. (S. die Tabelle CXVI. 24.)

12. Hätte man aber nur eine Art des Lichts, ſo würde es auch nur auf eine Art gebrochen, und das Bild der Sonne alsdenn nicht länglicht ſeyn, ſondern rund. Fienge man nun die Strahlen zuerſt mit einem erhabenen Glaſe auf, ſo würden ſie alle in deſſen Brennpunkt geſammelt werden, und daſelbſt das Sonnenbild in einem runden Flecken ſehr deutlich vorſtellen; das Bild aber würde zwiſchen eben dem Winkel bey dem Linſenglaſe begriffen ſeyn, wie die Sonne ſelbſt,

oder,

recht klar und deutlich vorgeſtellt werden ſollte. Denn die von dem Gegenſtande ausfahrenden rothen

oder, das iſt, zwiſchen einem Winkel von $\frac{1}{2}^{\circ}$ ohngefehr. Welches alles im Folgenden erwieſen werden ſoll.

13. Wenn man die Strahlen, nachdem ſie durch das Linſenglas gegangen ſind, mit einem Priſma auffängt, ſo haben die Strahlen, weil die Flamme der Refraction an den Seiten des Priſma gleich iſt (welches wir denn erwieſen haben, daß dem alſo ſey, wenn das Bild ſtille ſteht), eben die Neignng gegen einander, nachdem ſie durch das Priſma gebrochen ſind, wie vorher. Weswegen denn der Winkel nicht verändert iſt, ſondern macht, daß das Sonnenbild noch immer unter einem Winkel von 30′ erſcheint. Dieſes aber deutlicher zu machen, ſey MN der Durchſchnitt des Fenſterladens eines finſtern Zimmers, in welches durch das Loch O der Strahlenpinſel KOL durch, und auf das Linſenglas KL fällt. Dieſes würde ſie zu dem Brennpunkte bey H zuſammen bringen, wenn ſie nicht mit dem Priſma ABC aufgefangen, und durch daſſelbe nach I gebrochen würden. Weil nun die Summe der Brechungen bey E und D der Summe der bey F und G gleich iſt; ſo iſt der Winkel FIG dem Winkel FHG gleich; und wenn die Sonne nur ein einzelner Punkt wäre, ſo würde auch ihr Bild bey H und I ebenfalls nur ein Punkt ſeyn.

Tab. XXXVII. Fig. 1.

Fig. 2.

14. Weil aber die Sonne eine ſcheinbare Größe von 30′ hat, ſo ſey der Winkel MQN derjenige, unter welchem wir die Sonne ſehen; daß iſt, es ſey MQ ein Strahl, welcher von dem obern, und NQ ein anderer, welcher von dem untern Rande der Sonne kommt. Indem ſich nun dieſe beyden Strahlen in dem Mittelpunkte des Linſenglaſes KL, bey Q ſchneiden, ſo ſind die Winkel DQE und MQN einander gleich. Es wird auch dieſer Winkel von der Refraction durch das Priſma nicht geändert, weil er an beyden Seiten deſſelben iſt. Mithin wird das Bild bey I unter einem Winkel von 30′ geſehen.

15. Weil

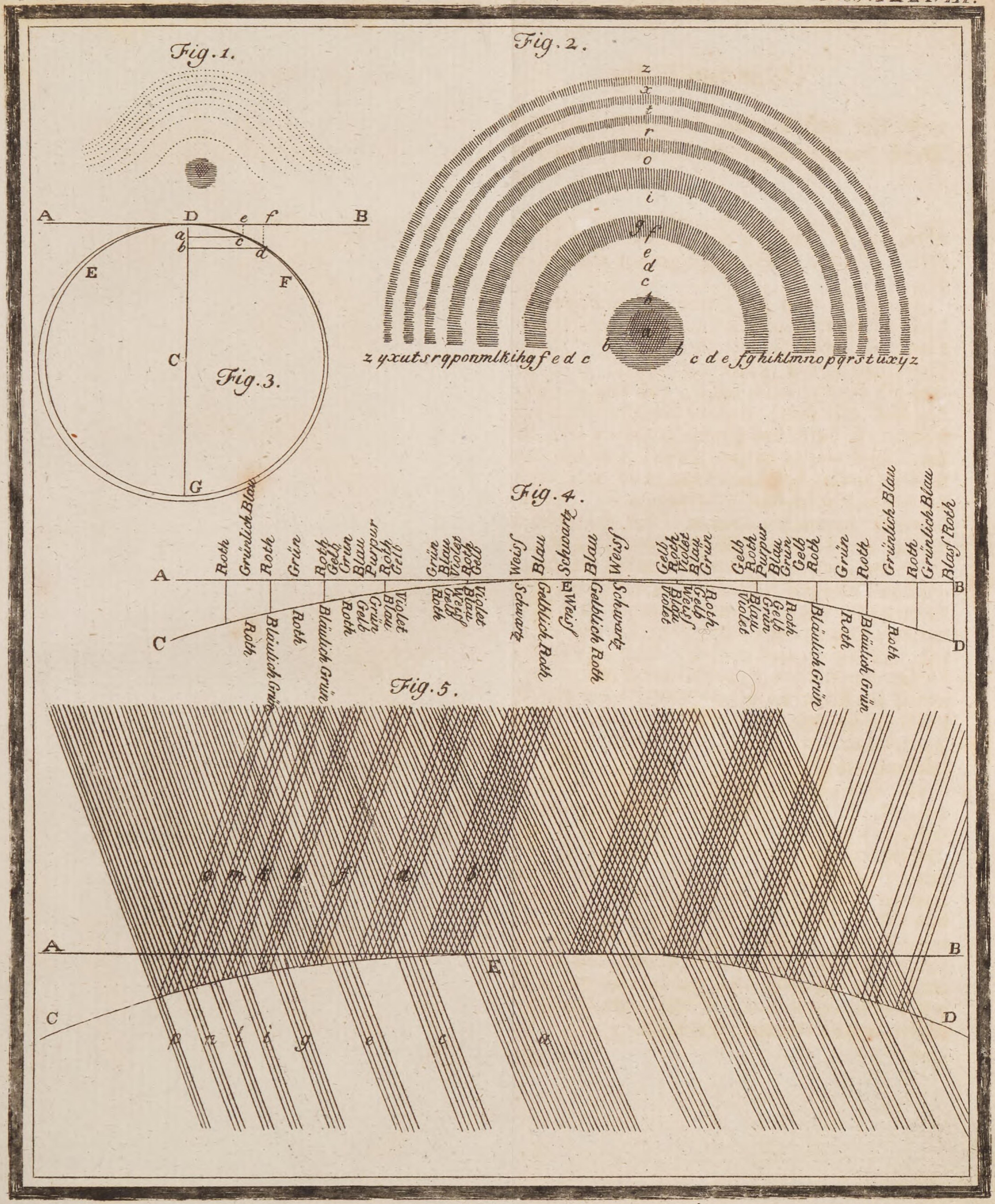


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
A
B
C
D
E
F
G

rothen Strahlen, werden in einen Brennpunkt zuſammen gebracht, welcher von dem Linſenglaſe weiter

15. Weil nun alle Arten der Strahlen des Sonnenlichts in eben dieſen Umſtänden ſind, welche wir an denen von einer mittlern Brechung bemerkt haben; ſo machen diejenigen, welche am wenigſten gebrochen werden, auf gleiche Weiſe ein Bild in R, die aber am meiſten gebrochen werden, ein anders bey P, und die zwiſchenliegenden machen ebenfalls eine jedwede Art derſelben ihr beſonderes Bild, ſo, daß das gefärbte Bild PR aus eben ſo vielen runden Kreiſen beſteht, als es verſchiedene Strahlen giebt; und allenthalben eine gleiche Breite hat, nehmlich von $\frac{1}{2}^{\circ}$.

16. Wenn wir nun annehmen, die Sonne ſey ein Punkt, ſo iſt klar, daß ein jeder von dieſen Cirkeln, welcher das ähnliche Sonnenbild vorſtellt, ebenfalls in einen Punkt zuſammen gezogen wird; und ſo auch das gemalte Bild PIR keine Breite mehr hat, und ſeine Länge an beyden Enden um den Halbmeſſer eines Cirkels bey P und R abnimmt, nnd alsdenn unter einem Winkel von 30′ geringer als gegenwärtig erſcheint.

17. Um aber die Winkel der Refraction zu beſtimmen, welche ſowohl diejenigen Strahlen leiden, die am wenigſten, als welche am meiſten gebrochen werden, ſo müſſen wir erſtlich den Winkel PIR finden, welcher das Bild PR in der Entfernung, da es von dem Priſma ABC gemacht iſt, einſchließt. Wenn wir nun annehmen, die Sonne ſey ein Punkt, ſo iſt SD der einfallende Strahl, welcher, wenn er gerade fortgienge, nach V gelangte; LDK aber gegen die Seite AB in dem Einfallspunkte D perpendicular. Der Strahl SD aber wird ſo gleich, vermöge der erſten Brechung, durch den Raum GDF, in dem Priſma, verbreitet; DG wird am wenigſten gebrochen, DF aber am meiſten, und DE, welcher mit AC parallel, iſt derjenige Strahl, welcher die mittlere Brechung leidet. Uebrigens hat der Sinus des Winkels der mittlern Brechung EDK zu der Brechung des Einfalls IDK, wie wir bereits erwieſen haben, die Verhältniß, wie 5188 zu 8047, oder wie 20 zu 31. Tab. XXXVI. Fig. 10.

18. Nun-

weiter entfernt iſt, als der Brennpunkt der dunkelblauen oder violetten Strahlen; weswegen denn

18. Nunmehr müſſen wir auch die Winkel GDK und FDK beſtimmen. Weil nun jeder Strahl bey der erſten und zwoten Oberfläche, faſt eine gleich ſtarke Brechung leidet; ſo machen die gebrochenen Strahlen FP, ET, GR, welche man verlängern kann, bis ſie ſich in dem Punkte I ſchneiden, daß IF, IE, und IG, jedweder beſonders, beynahe DI gleich iſt; mithin der Winkel IFD = dem Winkel IDF, und IGD = IDG; alſo PIV = 2FDV, und RPV = 2GDV; folglich PIV — RIV = PIR = 2FDV — 2GDV. Woraus wir denn endlich $\frac{1}{2}$PIR = FDV — GDV = FDG erhalten.

19. Der Winkel PIR wird gefunden, wenn man die Länge des Bildes PR und ſeine Entfernung von dem Priſma ABC mißt. Dieſes hat Herr Iſaac Newton mit großer Genauigkeit gethan. Der brechende Winkel ſeines Priſma ABC war 62° 30′, die Entfernung des Bildes 18$\frac{1}{2}$ Fuß, die Länge 9$\frac{3}{4}$ bis 10 Zolle, und die Breite 2$\frac{1}{8}$ Zoll. Wenn dieſes von der Länge abgezogen wird, ſo bleiben 7$\frac{3}{4}$ Zolle für die Länge des Bildes, wenn die Sonne nur ein Punkt, und mithin in einen Winkel eingeſchloſſen wäre, welchen die am wenigſten und meiſten gebrochene Strahlen PF und RG, die dieſen Winkel einſchließen, machen, nachdem ſie von dem Priſma ausgefahren ſind.

20. In der Entfernung von 18,5 Fuß aber, iſt die Länge 7$\frac{3}{4}$ Zolle die Sehne von einem Bogen, welcher 2° 0′ 7″ = PIR iſt; mithin $\frac{1}{2}$PIR = FDG = 1° 0″ 3$\frac{1}{3}$″; weswegen denn EDG (= $\frac{1}{2}$FDG) = 0° 30″ 2″ = FDE. Es iſt aber der Winkel EDK = DBK = 31° 15′ 0″. Weswegen denn EDK + EDG = 31° 45′ 2″ = GDK, welcher der Refractionswinkel für diejenigen Strahlen iſt, die am wenigſten gebrochen werden; und EDK — EDF = 30° 44′ 58″ = EDK dem Winkel für die am meiſten gebrochenen Strahlen.

21. Der

denn das Bild in einem jedweden Punkte zwiſchen dieſen beyden Grenzen gefärbt und dunkel erſcheint,

21. Der eigentliche Sinus von $31^\circ\ 45'\ 2''$, iſt 5262 (vermöge der Tabelle in den Noten zu XLV.) und der Sinus von $30^\circ\ 44'\ 58''$, 5112. Weil nun der gemeine Sinus des Einfallswinkels IDK oder SDL = $53^\circ\ 35'$ iſt, und der Sinus 8047; ſo erhalten wir, wenn wir aus den Sinuſſen derer am meiſten und am wenigſten gebrochenen Winkel das Mittel nehmen, nachfolgendes.

Der Sinus des Einfallswinkels verhält ſich zu dem Sinus	Derer am meinen gebrochenen Strahlen FD, wie 8047 zu 5112.
	Der Strahlen ED von mittlerer Brechung, wie 8047 zu 5188.
	Der Strahlen D, welche am wenigſten gebrochen werden, wie 8047 zu 5262.

22. Bisher habe ich diejenige Refraction nach der gemeinen Art betrachtet, welche die Strahlen leiden, wenn ſie aus der Luft in das Glas fahren. Weil aber Herr Iſaac Newton umgekehrt zu Werke geganden, und die Verhältniſſe der Sinuſſe der Refraction (ſo wie die Strahlen aus dem Glaſe in die Luft fuhren,) zu dem gemeinen Sinus des Einfallswinkels in das Glas beſtimmt hat; ſo werde ich ihm ins künftige folgen; und daher einen gemeinen Lichtſtrahl wie z. E. DB innerhalb dem Priſma annehmen, und ſeine Refraction in der Luft an der Seite BC in dem Punkte E, betrachten. Tab. XXXVI. Fig. 11. Der gemeine Sinus des Einfallswinkels KED oder IEL = $31^\circ\ 15'$ wurde 5188 gefunden; und der Winkel PER = $1^\circ\ 0'\ 3\frac{1}{2}''$, eben ſo wie vorher. Uebrigens war der Winkel der Strahlen mittlerer Brechungen TEL = $53^\circ\ 35'$; mithin hatten wir für den Winkel der geringſten Strahlenbrechung REL = $53^\circ\ 4'\ 58''$, und den Winkel der ſtärkſten Strahlenbrechung PEL = $54^\circ\ 5'\ 2''$. Die Sinuſſe dieſer Winkel ſind 7995 und 8099; mithin der Sinus des Einfallswinkels und der Refraction in die Luft, bey denen am meiſten und am wenigſten gebrochenen Strahlen, in den

erſcheint, außer genau in dem Mittelpunkte nicht, wo alle dieſe Strahlen einander ſchneiden, und

den kleinſten und bequemſten Zahlen, wie 50 zu 77 und 78.

23. Wenn man nun den gemeinen Sinus des Einfalls 50 von den Sinuſſen der Refraction 77 und 78 abzieht, ſo zeigen die Unterſcheide 27 und 28, daß in kleinen Refractionen, die Brechungen der am wenigſten und am meiſten gebrochenen Strahlen, ohngefehr $27\frac{1}{2}$ der mittleren Brechung der Strahlen ſey.

Tab. XXXVII. Fig. 3. 24. Um nun auch die Brechungen für alle die zwiſchenfallenden Lichtſtrahlen zu finden, ſo geht Herr Iſaac Newton folgendermaaßen zu Werke. Er läßt das Bild recht deutlich auffallen, und macht den Umriß FAPGMT auf dem Papiere. Dieſes hält er dergeſtalt, daß das Bild, wenn es darauf fällt, mit der gezeichneten Figur genau übereinkommt. Nachdem dieſes geſchehen iſt, ſo läßt er von ſeinem Beyſtande die Linien *ab*, *cd*, *ef*, u. ſ. f. quer durch die Figur ziehen, wodurch denn die Farben unterſchieden werden, das iſt, die rothe Farbe iſt zwiſchen M*ab*F, die orange zwiſchen *abcd*, die gelbe zwiſchen *cdfe* u. ſ. f. die übrigen zwiſchen eben ſolchen Grenzen. Nachdem er nun dieſes Verfahren zu verſchiedenen malen wiederholt hatte; ſo fand er, daß die Beobachtungen ſehr wohl mit einander übereinſtimmten, und die gemachten Queerlinien diejenigen waren, welche die muſicaliſche Scala beſtimmen.

25. Das iſt, wenn GM bis X dergeſtalt verlängert wird, daß GM = MX, ſo iſt die Linie HM = $\frac{1}{2}$ XG die Octave. Die Linie *a*X : XG = 9 : 16; mithin *a*X die kleine Septima. Die Linie *c*X, $\frac{3}{5}$ von XG, mithin die große Sexte; *e*X, $\frac{2}{3}$ XG, die Quinte; *g*X, $\frac{3}{4}$ von XG, die Quarte; *i*X, $\frac{5}{6}$ XG, die kleine Tertie; *l*X, $\frac{8}{9}$ XG, die große Secunde. So künſtlich hat die Natur die harmoniſche Vertheilung der Farben in dem Sonnenlichte beobachtet.

26. Wird nun der Unterſcheid zwiſchen den Sinuſſen von 77 und 78 auf eben die Weiſe, d. i. wie die Linie

und eben daher das Bild ſo ziemlich deutlich und ungefärbt erſcheint. Von dieſer verſchiedenen Strahlenbrechung rührt die Unvollkommenheit des gemeinen Fernrohrs her, indem es die Lichtſtrahlen ſo fehlerhaft bricht, wie man ſolches mehr als zu leicht erfährt.

Daher

nie MG getheilt; ſo erhalten wir die Sinuſſe der Refraction in allen rothen Strahlen, von M bis *a*, oder von 77 bis $77\frac{1}{8}$; die für die Orangenfarbenen von *a* bis *c*, oder von $77\frac{1}{8}$ bis $77\frac{1}{5}$; die für die gelben von $77\frac{1}{5}$ bey *c*, bis $77\frac{1}{3}$ bey *e*; für die grünen von $77\frac{1}{3}$ bis $77\frac{1}{2}$ bey *g*; für die blauen von $77\frac{1}{2}$ bis $77\frac{2}{3}$ bey *i*; die für die indigblauen von $77\frac{2}{3}$ bis $77\frac{7}{9}$ bey *l*; und von da die violetten bis 78 bey G.

27. Dieſe Entdeckung der harmoniſchen Proportion der Farben in dem Sonnenlichte, hat einigen Gelegenheit gegeben, eine ſogenannte Augenmuſik zu erfinden, welches eine Art von Augenclaviere oder Harfe iſt, und den Zweck hat, die Augen auf eben die Weiſe mit der Abwechſelung harmoniſcher Farben zu beluſtigen, wie das gemeine Clavier das Gehör, mit den muſicaliſchen Tönen. Ja es haben einige dieſe Erfindung gar ſo weit getrieben, würklich ſolche Claviere zu machen, und zwar in der vollkommenen Verſicherung, auf denſelben die Augentöne zu ſpielen. Es wäre aber erſt ſehr zu wünſchen, daß dieſe Augenmuſik den Augen nur eben ſo viel Vergnügen gewehren könnte, wie unſere gewöhnliche Muſik dem Ohre. Alsdenn würden wir eine genaue Harmonie vor zween von unſern Sinnen zugleich haben. Und wer würde das Vergnügen beſchreiben können, welches wir empfinden würden, wenn wir muſikaliſche Augen zugleich hätten, ſowohl, als muſikaliſche Ohren, wenn wir ſie nur mit gewiſſen Gegenſtänden beluſtigen könnten, die ihnen vornehmlich eigen wären? Ja wer würde es ſich nur vorſtellen können, wie viel wichtige Folgen aus dieſer Entdeckung, zum Vergnügen unſerer übrigen Sinnen, in den folgenden Zeiten daraus entſtehen würde. Diejenigen

Daher erſcheinen auch Gegenſtände jeglicher dieſer einfachen Farben, ob ſie gleich neben einander liegen, wenn man ſie durch das Priſma betrachtet, von einander abgeſondert, ſo, daß zwiſchen jedem ein merklicher Raum iſt; und die Bilder dieſer Gegenſtände liegen allemal in verſchiedenen Entfernungen der Achſe des Linſenglaſes, vornehmlich in den Verſuchen mit der rothen und violetten oder blauen Farbe; und wenn man z. E. ein Kartenblatt halb mit Carmin, und halb mit Ultramarin beſtreicht, dieſen aber durch das Verſetzen mit dem Indigo dunkler macht. [CXVIII.]

Ueber

gen aber, welche ſich mit dergleichen eiteln Ernbildungen ferner beluſtigen wollen, können über dieſe Materie entweder des Voltaire Philoſophie, oder den Algarotti vom Lichte und Farben nachleſen.

Tab. XXXVII. Fig. 4. [CXVIII.] 1. Es ſey demnach EKDI ein doppeltes Linſenglas, N deſſen Mittelpunkt, und ND der Halbmeſſer, nach welchem es bey D geſchliffen iſt; FV ſeine Achſe, und HE ein Sonnenſtrahl, welcher mit der Achſe des Glaſes in dem Punkte E parallel einfällt. Ferner ſey ABC ein Priſma, welches das Linſenglas in den Punkten E und D berührt; ſo iſt klar, daß das Geſetz und die Art und Weiſe der Brechung des Strahls bey E, eben diejenige iſt, es mag dieſelbe entweder durch ein Priſma ABC von dichtem Glaſe, oder von einem Linſenglaſe DEK geſchehen; weil der Einfallspunkt eben derſelbe, oder beyden gemein iſt.

2. Indem nun der Strahl bey D gebrochen wird, ſo iſt die Brechung, welche daſelbſt in der Luft geſchiehet, von eben der Art, als wenn ſie von dem Priſma gemacht würde; weil wir annehmen, daß beyde einander in dem Punkte D berühren. Man verlängere demnach ND bis L, ſo iſt LD gegen das Glas in dem Punkte D perpendicular. Weil nun die Brechung in einem dünnern Medio, der Luft nehmlich, geſchieht; ſo

Ueber dieſes fand Herr Iſaac Newton, vermittelſt eines ſehr beſondern und überzeugenden Verſuchs, daß die Lichtſtrahlen eben ſowohl verſchie-

ſo gehen die gebrochenen Strahlen näher gegen die Achſe, und ſchneiden einander entweder eher oder ſpäter. Nachdem ſie nun mehr oder weniger gebrochen werden, ſchneiden ſie die Achſe in G, die aber am wenigſten gebrochenen, wie z. E. D T, in Q, und die von mittlerer Brechung, in O; die übrigen aber in den Zwiſchenraumen zwiſchen O und G, und zwiſchen O und Q. Eben dieſes gilt von dem Strahle I K auf der andern Seite der Achſe.

3. Hieraus erhellet, daß auf der Achſe des Glaſes die Bilder von einem Gegenſtande in verſchiedenen Theilen von G nach Q vorgeſtellet werden; weswegen denn der Gegenſtand bey G roth, bey Q hingegen violet erſcheint, die übrigen Schattirungen aber, in den Theilen darzwiſchen. Wir wollen dieſes aber nicht ſo verſtehen, als ob nur ſieben Bilder von den ſieben Arten der Strahlen gemacht würden; ſondern eine jedwede beſondere Art des Strahls, nachdem es die Stärke der Farbe erfordert, von der ſtärkſten bis zu der ſchwächſten, beſteht aus einer unzehlichen Menge lauter verſchieden gebrochener Strahlen, von welchen jeder ein Bild von dem Gegenſtande in dem ihm eigenen Brennpunkte macht. Mithin müſſen wir uns eben ſo viele Bilder vorſtellen, welche zwiſchen G und Q gemalt ſind, als es in dieſer Linie Punkte giebt.

4. Wenn nun, vermöge einer ſolchen Strahlenbrechung, ein Gegenſtand von einer ſo unendlich großen Menge von Bildern geſehen wird; ſo muß derſelbe nothwendig ſehr undeutlich, verworren, gefärbt und dunkel erſcheinen, und wenn das Objectivglas eines dioptriſchen Fernrohrs von dieſer Beſchaffenheit, ſo iſt dieſes die Urſache, weswegen dergleichen Inſtrumente kein Augenglas geſtatten, deſſen Brennweite ſo kurz iſt, als es vor ſo große Grade der Vergrößerung erfordert wird. Dieſes bewog den Herrn Newton, eine andere Art des Fernrohrs zu erfinden, von welchem wir im Folgenden ausführlicher handeln wollen.

verſchieden zurück geworfen, als ungleich gebrochen; und diejenigen, welche am meiſten, oder wenigſten gebrochen, auch eben ſowohl am meiſten

ſten

5. Es ſey demnach DE mit der Achſe des Linſenglaſes parallel, und mit der Achſe bis Z verlängert; ſo iſt ZDL, = EDN, der Einfallswinkel und BDL, ODL, MDL, die Winkel der geringſten, mittlern und ſtärkſten Brechung der Strahlen; mithin die Winkel ZDP, ZDO, und ZDM die Winkel, welche die Abweichungen zeigen, oder der Vergleichungsweiſe zu verſtehenden Refraction, um wie viel die Strahlen nehmlich von der erſten Richtung EZ abweichen; weswegen denn ZP:ZM = 27:28; und ZP:ZO = 27:27½. Ferner PM = $\frac{1}{27\frac{1}{2}}$ ZO, die ganze mittlere Brechung der Strahlen.

6. Es iſt aber der Winkel ZDP = DQX, ZDO = DOX, und ZDM = DGX. Nun verhalten ſich aber die Sinus der Winkel DQX und DOX oder DOQ, wie ihre gegenüberſtehende Seiten OD und QD, das iſt, wie XO und XQ beynahe. Aus eben der Urſache verhalten ſich die Sinus der Winkel DOX und DGX, wie GX und OX beynahe. Mithin ſind ZP, ZO, und ZM in eben der Verhältniß, wie GX, OX und QX. Weswegen denn PM:ZM = QG:QX; mithin GQ = $\frac{1}{28}$QX. QO aber iſt beynahe OG gleich, wenn QX ſehr groß iſt; und QO:QX = PM:DY = 1:5, weil QX = 28GQ, oder 56QO.

7. Oder genauer, und ohne auf die Brennweite QX oder OX zu ſehen, mögen ſich I, L, G, wie die Sinus des Einfalles und der geringſten und ſtärkſten Refraction verhalten, das iſt, wie die Zahlen 50, 77 und 78 (CXVI. 22.); ſo iſt ZP = L—I, ZM = G—I, und PM = G—L; weswegen denn PM:ZP = G—L:L—I, und wenn wir die folgenden doppelt nehmen, ſo haben wir PM:2ZP (= DY—PM) = G—L: 2L—2I. Wenn wir ſie alsdenn zuſammen ſetzen, ſo

kommt

ſten oder wenigſten zurück geworfen werden. Ferner, daß die Lichtſtrahlen nicht auf die Weiſe zurück geworfen werden, indem ſie auf die feſten

kommt PM:DY = G—L:G+L—2I = 78—77: 78+77—100 = 1:55; oder PM = $\frac{1}{55}$ DY für die Oefnung des Glaſes.

8. Hieraus erhellet, daß die Verhältniß zwiſchen PM und DY beſtändig oder unveränderlich ſey, die Brennweite des Linſenglaſes ſey, wie ſie wolle. Auch iſt ohne Schwürigkeit klar, daß PM der Durchmeſſer des Cirkels ſey; welcher eine Vermiſchung von allen Arten der Strahlen enthält, von denen an, welche am wenigſten, bis zu denen, die am meiſten gebrochen werden. Dieſer Cirkel iſt alſo derjenige, in welchem das Licht weiß, oder in keiner beſondern Art der Farbe erſcheint: denn, weil die Strahlen hier ohne Unterſcheid unter einander geworfen ſind; ſo muß auch das aus ihnen beſtehende Licht beynahe von eben der Art ſeyn, wie der Sonnenſtrahl, bevor er gebrochen wird.

9. Nach eben der Regel können wir auch den Durchmeſſer des kleinſten Cirkels finden, welcher die Strahlen von einer einzigen Farbe oder einiger neben einander liegenden enthält. Daher ſind alle gelbe Strahlen zwiſchen einem Cirkel, deſſen Durchmeſſer der 409ſte Theil der Breite der Oefnung des Glaſes iſt (deſſen Figur wir erhabenrund annehmen, weil DE mit der Achſe parallel iſt): denn in dieſem Falle iſt G = $77\frac{1}{3}$, L = $77\frac{1}{5}$, und I = 50 (CXVI. 26.): woraus wir denn folgende Proportion erhalten, DPMY = G—L:G+L—2I = 0,133:54,533 = 1:409. Mithin haben wir vor die beyden neben einander liegenden Farben, als orange und gelbe, die Sinus an jeder Seite $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, bey dem Durchmeſſer eines Cirkels, in welchem dieſe beyden gefärbten Strahlen enthalten ſind, den 260ſten Theil von DY.

10. Hieraus iſt klar, daß, wenn die Sonnenſtrahlen mit einem breiten und ſehr erhabenen Linſenglaſe aufgefangen werden, die kegelförmige Fläche der convergi-

Theile, oder Theilgen der Körper ſtoßen, und von da, gleich einem Balle, wieder zurück prallen; ſondern vielmehr von einer andern Urſache zurück

vergirenden Strahlen DPMY aus den rothen Strahlen beſtehen; und wenn man ſie mit einem weißen Papiere auffängt, welches gegen die Achſe ſenkrecht gehalten wird, ſo bemerkt man den Umfang des cirkelförmigen Durchſchnittes oder Flächenraums, von denen am wenigſten gebrochenen Strahlen DP und YM, gar merklich ins Rothe fallend, gefärbt, und zwar ſo, daß die rothe Farbe ſich der orangen nähert. Dahingegen haben alle auseinander fahrenden Strahlen in der coniſchen Oberfläche RPMW alle violetten und indigblauen Strahlen YPR und DMW; weswegen ſie denn einen auf ſolche Art gefärbten Cirkel um dem mit dem Papiere aufgefangenen Lichte machen, wenn jenes irgendwo in den Strahlenkegel gehalten wird.

11. Weil nun G der Brennpunkt der violetten Strahlen iſt, ſo iſt er auch zugleich derjenige, wo ein Körper von violetter Farbe deutlich geſehen wird, und die Strahlen von dieſer Art, welche von gedachtem Punkte auf das Linſenglas fallen, gehen, nachdem ſie hier gebrochen ſind, parallel zu dem Auge: welches zu dem deutlichen Sehen nothwendig erfordrt wird; wie ſolches aus dem folgenden erhellen ſoll. Aus eben der Urſache iſt Q der Brennpunkt, oder Ort, wo die rothen Gegenſtände am deutlichſten geſehen werden. Woraus denn erhellet, daß, wenn man durch Gläſer allerley Gegenſtände betrachten will, die blos zur Beluſtigung des Geſichts dienen ſollen, ſo muß die Entfernung des Glaſes von dem Gegenſtande eben ſo verſchieden ſeyn, als es die verſchiedene Farbe deſſelben erfordert.

Tab. XXXVII. Fig. 5.

12. Daher wirft ein Gegenſtand ABEF von verſchiedenen Farben, ſein Bild durch das Linſenglas HI, auf die Fläche, nach ſeinen beſondern Theilen. Wenn wir daher annehmen, ABCD ſey der rothe Theil, DCEF der dunkelblaue, der Gegenſtand wohl erleuchtet iſt, und über dieſe Farben ſchwarze ſeidene Fäden gezogen ſind; ſo erſcheint eine jedwede beſon-

zurück getrieben werden, die in der Dicke der Lichttheilgen und der Dichtigkeit der Theilgen des zurückwerfenden Körpers, geſetzt werden muß;
Gg 3 welche

ſonders ganz deutlich in ihren Brennpunkten, nehmlich der rothe Theil ABCD in der Gegend K, der dunkelblaue aber in L: jener zwiſchen *abcd*, dieſer aber zwiſchen *dcef*; und dieſe Bilder zeigen ſich auch in verſchiedenen Entfernungen von dem Glaſe: denn, wenn das Linſenglas HI drey Fuß Brennweite hat, und die Bilder an der andern Seite 6 Fuß weit entfernet ſind; ſo zeigen ſie ſich $1\frac{1}{2}$ Zolle von einander; das iſt, das rothe Bild bey K iſt einen halben Zoll von dem blauen L entfernt.

13. Eine ander Folge dieſer verſchiedenen Strahlenbrechung des Lichts iſt dieſe, daß, wenn man zween Gegenſtände von verſchiedenen Farben, nehmlich der rothen und blauen, durch ein Priſma betrachtet, ſie nach verſchiedenen Höhen gebrochen werden; und ob ſie gleich vorher als Theile eben deſſelben Gegenſtandes dicht zuſammen lagen, ſo ſind ſie doch alsdenn abgeſondert, oder als zwey verſchiedene von einander getrennete zu ſehen. Wenn wir alſo annehmen, DHEF Tab.
ſey ein Gegenſtand, deſſen Theil DG dunkelblau iſt, XXXVII.
der andere FE aber dunkelroth, ſo erſcheint das Bild Fig. 6.
von gieſem Gegenſtande, wenn man es durch das Priſma BAC *bac* nach dem brechenden Winkel, oder der Ecke A*a* aufwerts und ſowohl mit dem Horizonte als den Seiten DI und HE des Gegenſtandes parallele, betrachtet, bey de mit dem blauen Theile DG höher gebrochen, als mit dem rothen fe. Wird aber der brechende Winkel des Priſma herunterwerts gekehrt; ſo wird auch das Bild nach *de* weiter herunter gebrochen, der blaue untere Theil nach *dg*, und der rothe darüber nach *fe*.

14. Hieraus ſehen wir die Urſache, warum die Gegenſtände gefärbt oder bund erſcheinen, wenn man das Auge ſehr nahe an das Priſma hält, wie z. E. bey O, um ſie zu ſehen, weil die Strahlen von einer jedweden Farbe daſelbſt ſo ſehr nahe zuſammen ſind, daß ſie von
dem

in denenſelben allerſeits, auch ſo gar in den undurchſichtigſten Körpern, an und vor ſich durchſichtig ſind: wie man ſolches an denen dünnen Schei-

dem Auge zuſammen aufgefangen werden und daher das Bild nach allen ſeinen Farben, auf der *Retina* deutlich vorſtellen können. Wenn aber das Auge in einer größern Entfernung von dem Priſma gehalten wird; ſo breiten ſich die Strahlen weiter aus, und fallen nur ſehr wenige, oder wohl gar nur eine einzige Art derſelben in daſſelbe. Da denn der Gegenſtand in dieſer Farbe nur allein erſcheinet; wie z. E. entweder blos violet, gefärbt, wie bey *a*, oder grün wie bey *b*, oder roth, wie bey *c*.

Tab. XXXVII. Fig. 7. 15. Wenn die Strahlen des Sonnenlichts einmal gebrochen ſind, ſo leiden ſie keine abermalige Brechung, wenn man ſie das zweytemal durch ein Priſma gehen läßt; und mithin geben ſie auch keine andere Farben. Denn wenn man bey *g* durch das Bret *de* ein Loch machen und den Strahl durch daſſelbe fallen läßt, indem das gemalte Bild in dem dunkeln Zimmer erſcheint; ſo fahren die Strahlen durch das Loch G in dem Brete D E aus dem nahe vor demſelben befindlichem Priſma A B C; dreht man nun daſſelbe allmehlich um ſeine Achſe, ſo bewegt ſich das Bild auf dem Brete *de*, wodurch denn ein jedweder einzeln gefärbter Strahl nach und nach durch das Loch *g* geht. Wenn nun die Strahlen zum zweytenmale durch das hinter dieſem Loche *g* gehaltene Priſma *abc* gebrochen werden; ſo gehen ſie zwar von hier zu der gegen überſtehenden Wand nach M oder N, ſie erſcheinen aber daſelbſt genau in der Farbe allein, die ihnen vorher eigen war; das iſt der blaue Strahl erſcheint beſtändig blau, der rothe roth, der violette violet u. ſ. f.

16. Ob aber gleich die Strahlen durch das zweyte Priſma *abc* nicht weiter gebrochen ſind, ſo erhellet doch, daß diejenigen, welche durch das erſte Priſma am wenigſten und meiſten gebrochen worden, auch eben dieſe Veränderung in dem zweyten Priſma leiden: denn weil die Breter D E und *de* feſt geſetzt ſind, ſo machen ſie, daß der auf das zweyte Priſma *abc* einfallende Licht-ſtrahl

Scheiben leicht zeigen kann, aus welchen eine Auſterſchaale zuſammen geſetzt iſt.

Uebrigens möchte es jemandem fremden, indem wir behaupten, daß die Lichtſtrahlen durch ein dünneres Medium nicht ſo leicht durchdringen können, als durch ein dichteres und dennoch iſt nichts ſo gewiß und leichter durch Verſuche zu beweiſen, als dieſes. Denn ein Lichtſtrahl wird von der zwoten Fläche des Glaſes, wenn es an die Luft grenzt, häufiger zurück geworfen, als wenn es das Waſſer mit ſeiner Fläche berührt; und noch mehr, wenn es dieſes berührt, als das Glas, in welchem Falle die Strahlen ganz und gar durchgehen.

Da nun dieſes ſo wunderſam zu ſeyn ſcheint, ſo iſt es nöthig, daß die Materie, wenn der Körper durchſichtig ſeyn ſoll, ſattſam dicht und ſeine Zwiſchenräumgen ſehr klein ſind; denn die Dunkelheit rührt vornehmlich von der Weite der Zwiſchenräumgens des Körpers her, und indem ſich ſeine Theilgen nur in ſehr wenigen Punkten berühren. Wenn nun die Zwiſchenräumgen eines ſolchen Körpers mit einer Materie ausgefüllet werden, welche beynahe eben den Grad der Dichtigkeit hat, ſo wird der ganze Körper alsdenn gewiſſer-

ſtrahl beſtändig eben den Einfallswinkel behält. Wenn man aber nichts deſtoweniger das erſte Priſma ABC um ſeine Achſe dreht, ſo geht der rothe Lichtſtrahl, durch die zweyte Refraction, nach M, der violette aber weiter hinauf bis N. Woraus denn ganz deutlich und unleugbar erhellet, daß einige Arten der Strahlen beſtändig mehr gebrochen werden, und eben daher auch ſtärker gebrochen werden können, als andere. Dieſes iſt die Urſache, weswegen man dieſen entſcheidenden Verſuch den Creuzverſuch genennet hat.

[XIX.]

maaßen durchſichtig, wie das Papier, wenn man es mit Waſſer oder Oele tränkt. Wird aber dahingegen das Waſſer in kleinen Blaſen ausgedehnt, ſo nimmt ſeine Dichtigkeit ab: denn es bekommt größere Zwiſchenräumgen und wird undurchſichtig. [CXIX.]

Legt

[CXIX.] 1. Eben dieſer große Erfinder der Theorie von den verſchiedenen Brechungen der Sonnenſtrahlen, ſo wie wir ſie kurz vorher beſchrieben haben, fand auch durch andere Verſuche, daß dieſelben auch ungleich zurückgeworfen würden; das iſt, eben die Strahlen, welche am meiſten und wenigſten gebrochen, auch am meiſten und wenigſten zurück geworfen würden, wovon er uns denn den Beweis auf nachfolgende Art geliefert hat.

Tab. XXXVII. Fig. 8. 2. Durch das Loch F in dem Fenſterladen EG, falle der Sonnenſtrahl FM bis zu der Grundfläche BC des Priſma ABC, deſſen beyde Winkel B, C halbe rechte, der Winkel A aber ein rechter iſt. Das Licht wird alsdenn zuerſt bey M gebrochen, der Strahl MGH breitet ſich aus, und von demſelben iſt MG derjenige Theil, welcher am wenigſten, MH aber der, welcher am meiſten gebrochen wird. MN iſt der von der Grundfläche durch die andere Seite des zweyten Priſma VXY zurückgeworfene Strahl, und von dieſem Priſma wird derſelbe nach *t* und *p* gebrochen; da denn N*t* der am wenigſten, N*p* aber am meiſten gebrochene Strahl iſt.

3. Wenn das erſte Priſma ABC ſo um ſeine Achſe gedrehet wird, wie es die Folge der erwehnten Buchſtaben auf einander anzeigt, ſo fahren die Strahlen MH immer mehr und mehr ſchiefer ſo lange aus dem Priſma heraus, bis ſie endlich gegen N gebrochen werden. Und man bemerket gar deutlich, daß, ſo wie das Priſma ABC langſam um ſeine Achſe gedrehet wird, alle Strahlen von MH bis MG, nach und nach gegen N zurück geworfen werden.

4. Die Folge hiervon iſt dieſe, daß die violette Farbe *p* durch die erſtere Zurückwerfung der Strahlen MH, ſtärker und glänzender wird, als irgend eine der übrigen

Legt man das Objectivglas eines großen Fern⸗rohres mit ſeiner erhabenen Oberfläche auf eine

gen Farben gegen *t* zu; ſo wie aber das Priſma ABC ferner umgedrehet, und auch der andere Strahl zwi⸗ſchen H und G zurückgeworfen wird; ſo bekommen auch die übrigen Farben von *p* bis *t*, eine nach der andern, durch den neuen Zuwachs des Strahls MN, mehrere Stärke und Lebhaftigkeit.

5. In dieſem Verſuche hat übrigens Herr Newton aus der Urſache auf keine Refraction geachtet, welche die Seiten des erſtern Priſma ABC etwan hätten ma⸗chen können, weil er den Verſuch in ſolchen Umſtän⸗den anſtellete, daß der Strahl FM auf AC, auf die erſte Seite deſſelben, perpendicular einfiel, und durch die Seite AB auch wieder perpendicular zurück gewor⸗fen wurde; weswegen er denn keine Refraction leiden konnte, wenigſten war dieſe ſo gering, daß die Ein⸗fallswinkel auf der Grundfläche dadurch nicht merklich verändert wurden. Aus dieſer Urſache betrug der Win⸗kel FMC ungefehr 45 Grade. Nachdem er aber das Priſma nur ein wenig um ſeine Achſe dergeſtalt gedre⸗het hatte, daß der Winkel FMC = 49° war, ſo be⸗gunnte der Strahl FM gebrochen zu werden. Waren aber die Winkel BC jeglicher 41°, ſo machte der Son⸗nenſtrahl FM den Winkel FMC = 49°, und wurde zu gleicher Zeit dergeſtalt zurückgeworfen, daß er mit der Seite AC, einen rechten Winkel machte. (CXVI. 37.)

6. Die Urſache von der verſchiedenen Zurückwerfung der Lichtſtrahlen iſt übrigens eben die, welche wir im vorhergehenden vor ihre verſchiedene Brechung angege⸗ben haben, nehmlich die verſchiedene Dicke oder Größe jeglicher Strahlen oder deren Theilgen; denn wenn der gebrochene Strahl MGH der Grundfläche das Priſma BC ſehr nahe kommt, ſo würkt die anziehende Kraft dieſer Grundfläche gegen die kleinern Theilgen ſtärker, als gegen die größern, und auch alsdenn, wenn beyde gleich weit von ihr entfernt ſind. Die Strahlen MH, welche am meiſten gebrochen werden, ſind alſo diejenigen, welche von der Kraft innerhalb der Fläche BC am ſtärkſten zurückgeworfen werden, und zwar

aus

ebene Glasſcheibe, ſo wird das Licht, welches auf den kleinen runden Theil von Luft fällt, der zwiſchen

aus der Urſache, weil ſowohl ihre Theilgen zarter, als ihr auch ungleich näher ſind, wie die übrigen Strahlen MG: aus welchen beyden Urſachen denn der Strahl HM am erſten und meiſten gebrochen wird.

7. Ob nun aber gleich, bey der Brechung, der Sinus des Einfallswinkels von dem Sinu des Brechungswinkel verſchieden iſt, in ſo fern nehmlich, als ein kleineres Theilgen ſtärker aus ſeiner Richtung und gegen die Perpendicularlinie gezogen wird, als ein größeres, woraus denn eben die Abſonderung der Strahlen herrührt; ſo muß doch nichts deſtoweniger bey der Brechung ein jedwedes Theilgen, es ſey groß oder klein, nothwendig unter einem eben ſo großen Winkel wieder zurück geworfen werden, als unter welchem es eingefallen iſt: weswegen denn alle Strahlen, nachdem ſie zurück geworfen ſind, gegen einander eben die Neigung behalten, oder eben die Winkel mit einander machen, wie vorher; und mithin kann auch keine Abſonderung derſelben vorgehen, und eben ſo wenig ein gefärbtes Licht, aus der gänzlichen Zurückwerfung des Sonnenſtrahls entſtehen.

8. Was wir von der Art, wie das Licht zurück geworfen wird, geſagt haben, iſt nur ſo überhaupt und zum Theil wahr: denn obgleich der Reflectionswinkel dem Einfallswinkel jederzeit gleich iſt, ſo geſchiehet doch die Reflecion der Lichttheilgen nicht auf die Weiſe, daß ſie auf die feſten oder undurchdringlichen Körper auf die Weiſe ſtoßen, als man es gemeiniglich glaubt. Dieſes aber beweiſt unſer großer Verfaſſer mit nachfolgenden Gründen.

9. Erſtlich: weil in dem Durchgange des Lichts, aus dem Glaſe in die Luft, die Zurückwerfung der Strahlen eben ſo ſtark iſt, als wenn die Strahlen aus der Luft in das Glas fahren, oder die in jenem Falle vielmehr ein wenig ſtärker, ja gar zuweilen merklich ſtärker, als in ihrem Durchgange aus dem Glaſe in das Waſſer. Ueber dieſes nicht wahrſcheinlich iſt, daß die Luft ſolche Theilgen enthalten ſollte, die die Strahlen ſtärker

chen beyden Gläſern enthalten iſt, nach allen Seiten von dem Mittelpunkte wechſelsweiſe durch-
gelaſſen

er zurück werfen könnten, als das Waſſer oder Glas. Wollte man dieſes aber gleich annehmen, ſo würde es dennoch nichts helfen: denn die Brechung iſt eben ſo ſtark, oder gar noch ſtärker, wenn man vermöge der Luftpumpe die Luft über dem Glaſe wegpumpt, als wenn man ſie darinnen läßt.

10. Zweytens: wenn das Licht in ſeinem Laufe aus dem Glaſe in die Luft ſchiefer einfällt, als unter einem Winkel von 40° oder 41°, es ganz und gar zurückgeworfen wird; fällt es aber nicht ſo ſchief ein, ſo wird es guten Theils durchgelaſſen. Nun aber läßt es ſich nicht wohl gedenken, daß daſſelbe unter einem Grade ſeiner ſchiefern Lage Zwiſchenräumgen genug in der Luft antreffen ſollte, daß der größte Theil von ihm durchdringen könnte, unter einem andern Grade der ſchiefen Lage aber, gar nichts, als lauter ſolche Theilgen, von welchen es gänzlich zurück geworfen würde; beſonders, wenn man erwägt, daß es wehrend ſeiner Bewegung aus der Luft in das Glas, unter einem ſo ſchiefen Winkel es auch immer einfallen mag, in dem Glaſe allemal Zwiſchenräumgen genug antrift; durch welche ein beträgtlicher Theil deſſelben dringen kann.

11. Wollte man aber annehmen, daß es von der Luft nicht anders zurückgeworfen würde, als nur von den alleräußerſten Theilen der Fläche, ſo iſt man beſtändig in eben der Verlegenheit: denn außerdem, daß man unter einer ſolchen Hypotheſe nichts gedenken kann, ſo iſt dieſelbe auch zugleich falſch, welches erhellet, ſo bald man nur hinter einen Theil des Glaſes, ſtatt der Luft, Waſſer bringt: denn unter einer ſo bequemen ſchiefen Lage der Strahlen, wie unter einem Winkel von 45° bis 46° (unter welcher ſie alle zurück geworfen werden, wenn die Luft an das Glas ſtößt) werden ſie großen Theils da durchgelaſſen, wo das Waſſer daran ſtößt; woraus man denn mit Grunde muthmaaßet, daß ihr Zurückwerfen oder Durchgehen von der Beſchaffenheit der Luft und des Waſſers hinter
dem

gelaſſen und zurückgeworfen. In dem Mittelpunkte des Linſenglaſes aber, wo es das Glas berührt,

dem Glaſe abhängt, aber nicht von dem Einfalle der Strahlen auf die Theile des Glaſes.

12. Drittens: wenn die Farben, welche von dem Priſma gemacht werden, welches man bey dem Einfalle eines Lichtſtrahls in einem verfinſterten Zimmer hat hinein dringen laſſen, immer nach einander mit einem zweyten Priſma, welches von jenem weiter entfernt geſtellet iſt, dergeſtalt auffängt, daß ſie alle zu gleicher Zeit auf daſſelbe fallen, (welches geſchehen wird, wenn der Strahl durch die beyden Löcher G,g in denen N. 15 der nächſt vorhergehenden Note erwehnten Breter fällt); ſo kann das Priſma gegen die einfallenden Strahlen dergeſtalt geneigt werden, daß die, welche eine blaue Farbe haben, ganz und gar zurückgeworfen, nichts deſtoweniger aber die rothen häufig durchgelaſſen werden. Wenn nun die Reflection von den Theilgen der Luft oder des Glaſes verurſacht wird, ſo möchte ich wohl fragen: wie es zugehe, daß der blaue Strahl unter eben dem ſchiefen Einfalle ganz und gar auf ſolche Theilgen fallen könne, daß er von ihnen gänzlich zurück geworfen wird, der rothe aber immer noch Zwiſchenräumgen genug finde, durch welche er großen theils und in den Körper hinein dringen könne.

13. Vierdens: bemerkt man da, wo zwey Gläſer an einander liegen, keine Refraction (welches wir CXX 7. beweiſen werden): ſehe ich ſo ganz und gar keine Urſache, weswegen die Strahlen auf die Theile des Glaſes nicht eben ſo wohl treffen ſollten, wenn es mit einem andern Glaſe zuſammen, als wenn es an der Luft liegt.

14. Fünftens: weil der obere Theil einer Waſſerblaſe (wie wir CXX. 24. beweiſen werden), indem ſich das Waſſer beſtändig weiter herunter ſenkt, ausdunſtet, und ſehr dünne wird, eine ſo gar geringe und faſt nicht einmal merkliche Quantität Licht zurück wirft, daß die Blaſe ſehr dunkel erſcheint; dahingegen aber rund um den dunkeln Fleck, wo das Waſſer dicker iſt, das Licht ſo ſtark zurück geworfen

rührt, wird ſie durchgelaſſen, und macht daher einen ganz dunkeln Fleck. Nicht weit von da rund

worfen wird, daß das Waſſer ſehr klar und helle ſcheint. Auch geſchieht es nicht allein, wo die Platten oder Blaſen ſehr dünne ſind, daß man keine Reflection des Lichts bemerkt, ſondern in andern Stellen mehr, die immer nach und nach dicker ſind. Und nichts deſtoweniger in denen Flächen des verdünnten Körpers, wo er einige Dicke hat, und die Strahlen durchgelaſſen werden, dieſe noch immer ſo viele Theile finden, auf welche ſie ſtoßen können, eben ſo wohl, als wo der Körper eine andere Dicke hat, von welcher die Strahlen zurück geworfen werden.

15. Sechſtens: wenn die Reflection von den Theilen des reflectirenden Körpers herrührte, ſo wäre es unmöglich, daß gar ſehr dünne Platten oder Blaſen, an eben dem Orte, die Strahlen einer gewiſſen Farbe zurück werfen, andere aber durchlaſſen ſollten; wie wir denn ſolches aus Verſuchen bemerken, daß es würklich geſchiehet: denn es iſt nicht zu gedenken, daß an einem Orte diejenigen Strahlen, welche z. E. blau ſind, genau das Glück haben ſollten, auf die Theile zu fallen, die rothen aber in die Zwiſchenräumgen des Körpers; nachher aber an einem andern Orte, wo der Körper ein wenig dicker oder dünner iſt, die blauen eben in die Zwiſchenräumgen fielen, die rothen aber auf die Körpertheilgen.

16. Siebendens und letztens: würden die Lichtſtrahlen auf die Weiſe zurückgeworfen, indem ſie auf die dichten Theilgen der Körper ſtießen, ſo könnte ihre Reflecion von den glatten Körpern nicht ſo geſetzförmig ſeyn, als ſie es würklich iſt: denn bey dem Glaſe, welches mit Sande, Zinnaſche oder Tripel polirt iſt, läßt es ſich nicht wohl gedenken, daß dieſe Theilgen, durch das Reiben des Glaſes, auch die allerkleinſten Theilgen deſſelben hinweg nehmen und daſſelbe ſo genau poliren ſollten, daß die ganze Oberfläche vollkommen glatt, kugelförmig würde, oder ſie alle nach eben der Strecke dergeſtalt gekehrt ſeyn ſollten, daß ſie mit einander eine vollkommen glatte Oberfläche ausmachten.

rund umher, wird das Licht in verſchiedenen gefärbten Kreiſen zurück geworfen. In der nächſtfolgen-

ten. Denn je kleiner die Theilgen dieſer Materie ſind, deſto ſchmahler ſind auch die kleinen Ritzen, welche ſie beſtändig in dem Glaſe an dem Orte machen, wo es polirt wird. So klein aber dieſe Ritzen immer ſeyn mögen, ſo können ſie doch das Glas auf keine andere Weiſe wegnehmen, die Hervorragungen abbrechen und es mithin poliren, als indem ſie das Rauche der Oberfläche immer mehr und mehr vermindern, ſo, daß die Ritzen auf derſelben zu klein werden, als daß man ſie ſehen kann. Würde nun das Licht, indem es auf die feſten Theile des Glaſes fiele, zurück geworfen, ſo würde es nichts deſtoweniger eben ſowohl zerſtreuet werden, wenn das Glas am ſorgfältigſten und feinſten polirt wäre, als da es ganz rauh iſt. Weswegen denn noch immer die Beantwortung der Frage übrig bleibt: wie das polirte Glas, wenn es von andern Körpern damit gerieben oder geſchliffen iſt, das Licht ſo geſetzmäßig zurückwerfen kann, als es würklich geſchiehet?

17. Und dieſe Frage wird man ſchwerlich auf eine andere Art beantworten, als wenn man ſagt: daß die Zurückwerfung des Strahls nicht von einem einzelnen Punkte des zurückwerfenden Körpers, ſondern von einer Kraft deſſelben herrührt, welche über die ganze Oberfläche deſſelben einförmig verbreitet iſt, und vermittelſt welcher der Körper gegen den Strahl würkt, ohne daß er ihn unmittelbar berührt. Denn daß die Theilgen des Körpers auf das Licht in einer gewiſſen Entfernung würken, haben wir bereits angemerkt; und man kann hiervon den dritten Theil des Verfaſſers unvergleichen Abhandlung von der Optik, ausführlicher nachleſen.

18. Wenn nun das Licht (fährt Herr Newton weiter fort) nicht auf die Weiſe zurück geworfen wird, indem es auf die feſten Theile der Körper fällt, ſondern von einer andern Urſache, ſo iſt wahrſcheinlich, daß, indem viele von dieſen Strahlen auf die feſten Theile der Körper würklich treffen, ſie nicht zurück geworfen werden,

folgenden Strecke aber wieder durchgelaſſen, in der abermal folgenden zurückgeworfen; und ſo eins um das andere auf eine beträgtliche Strecke von

werden, ſondern in den Körper hinein dringen, in demſelben erſtickt werden und verlohren gehen; wäre dieſes aber nicht, ſo müßten wir zwo verſchiedene Arten der Zurückwerfung derſelben annehmen. Denn würden alle zurückgeworfen, welche in die innern Theile des hellen Waſſers, oder Chryſtalles, dringen, ſo würden dieſe Materien vielmehr eine trübe Farbe haben, als eine helle und durchſichtige.

19. Was nun dieſe Kraft anbetrift, vermöge welcher das Licht zurück geworfen und gebrochen wird, ſo nimmt ſie Herr Newton auf die Weiſe an, daß ſie ſowohl eine anziehende, als zurücktreibende Eigenſchaft habe; denn er urtheilet ſo: weil die Metalle, wenn ſie in ſauern Salzen aufgelöſt werden, nur gar wenig davon an ſich ziehen; ſo kann ſich auch ihre anziehende Kraft nur auf eine kurze Entfernung von ihnen erſtrecken. So wie nun in der Algebra die negativen Größen da anfangen, wo die Affirmativen aufhören, eben ſo geht es auch in mechaniſchen Dingen, wo die zurücktreibende Kraft daſelbſt ihren Anfang nehmen muß, wo die anziehende aufhört.

20. Daß es aber würklich eine ſolche Kraft gäbe, ſcheint in folgenden Urſachen gegründet zu ſeyn: 1) in der Zurückwerfung, und Biegung des Lichts, wie wir vorher bemerkt haben, 2) dem Ausfluſſe des Lichts, indem der Strahl, ſo bald er von dem leuchtenden Körper, vermittelſt der ſchwingenden Bewegung ſeiner Theile fortfährt, außer der Sphäre der Attraction kommt, und mit einer ausnehmenden Geſchwindigkeit fortgeſtoßen wird. Denn diejenige Kraft, welche vermögend iſt, ihn wieder zurück zu führen, iſt auch hinreichend, ihn auszuſtoßen. 3) Auch aus der Hervorbringung oder Erzeugung der Luft und Dünſte: denn wenn die Theilgen durch die Hitze oder Gährung ausgeſtoßen werden, ſo entfernen ſie ſich von dem Körper ſo gleich, ſo bald ſie aus der Strecke der anziehenden Kraft ſind, und zwar nicht nur von dem Körper, ſondern von einander

von dem Flecke in der Mitte. Wenn wir nun dieſe Entfernungen wie die Zahlen 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 7, 8, 10, u. ſ. f. annehmen ſo wird in den folgenden 0, 2, 4, 6, 8, 10, u. ſ. f. das Licht durchgelaſſen; in denen 1, 3, 5, 7, 9 u. ſ. f. aber in gefärbten Ringen zurückgeworfen. Und dieſe wechſelsweiſige Eigenſchaft des Lichts, entweder zurück geworfen oder durchgelaſſen zu werden, nennet Herr Iſaac **Newton**, das Vermögen der leichten **Zurückwerfung** oder **Durchlaſſung** der Lichtſtrahlen. [CXX.]

So

ander ſelbſt, mit einer ſolchen Kraſt, uud bleiben ſo weit von einander, daß ſie öfters einen millionmal größern Raum einnehmen, als vorher, da ſie noch einen dichten Körper ausmachten.

21. Dieſer zurücktreibenden Kraft ſchreibt er auch die Reflection des Lichtſtrahls und der anziehenden Kraft die Refraction zu, wie ſie im vorhergehenden erklärt und beſchrieben iſt. Wie aber das Licht zum Theil auf der Oberfläche der Körper, theils zurückgeworfen, theils gebrochen wird, und was vor Erſcheinungen hieraus erfolgen, wollen wir von unſern großen Verfaſſer in der folgenden Note beybringen.

[CXX.] 1. Was die beſondere Art anbetrift, in welcher das Licht von den natürlichen Körpern zurück geworfen wird, es mag entweder durch eine zurücktreibende Kraft noch eher geſchehen, als es zu der Oberfläche gelanget iſt; oder vermöge einer über die ganze Oberfläche des Körpers verbreiteten und ſich wellenförmig bewegenden Kraft, geſchehen, und dadurch eine Zurückwerfung, vermittelſt einer entſtehenden Welle oder einer Durchlaſſnung durch die ſich wieder ſetzende Welle geſchehen; oder endlich dieſe Zurückwerfung von der wankenden Bewegung der Körpertheilgen, oder der Mediums herrühren, welche an die zurückwerfenden oder brechenden Oberflächen grenzen; ſo iſt es der der Mühe nicht werth, auf dergleichen Unterſuchung Zeit zu verwenden, weil Herr Newton ſelbſt geſteht,

So wie nun das Licht auf dieſe dünne Luft-ſcheibe zwiſchen die Gläſer fällt, ſo wird es auf verſchiedene Art entweder reflectirt oder durch-gelaſſen,

geſteht, er ſey nicht vermögend, zu erklären, wie es geſchehe, oder auf was Art die Natur eigentlich zu Werke gehe.

2. Uebrigens aber darf man eben nicht denken, daß das, was er von einer Fähigkeit der Zurückwerfung oder Durchlaſſung der Strahlen ſagt, eine bloße Hypotheſe, oder mit ſo vielen Vorausſetzungen verknüpfet ſey, daß ſie mit einer ſolchen Einfachheit, Einförmigkeit, Geſetzmäßigkeit und regelmäßigem Weſen, gar nicht übereinſtimme, welche wir an den Wirkungen der Natur beſtändig bemerken: Weil nichts ſo gewiß ſeyn kann, als daß das Licht in einer Entfernung zurückgeworfen, in einer andern aber gebrochen wird, daß dieſes von einer beſtändigen Abwechſelung, in ungemein kleinen Zwiſchenraumen, durch die Materie verſchiedener Mediums oder Körper, geſchehe: und diejenigen Verſuche die er machte, gar ſehr mannichfaltig und die augenſcheinlichſten Beweiſe hiervon waren.

3. Was ſeine ſchwingende oder zitternde Bewegungen der Körpertheilgen und das elaſtiſche Medium anbetrift, welches die Körper von allen Seiten umgiebt, und was hieraus erfolgt, ſtimmet mit dem Verfahren der Natur in der Fortführung der Schalle, vermittelſt der wellenförmigen Bewegung der Luft, welche von dem Wanken der Körpertheilgen entſteht, und indem jene von dieſen angeſtoßen wird, gar ſehr wohl überein. Mithin würkt ſich die Natur niemals uneinförmig, ſondern jederzeit mit ſich ſelbſt ſehr übereinſtimmig und gleich einfach. Ich ſehe auch nicht ein, aus was für einem Grunde man eine Erklärung dieſer Begebenheit, aus dem zweifachen Grunde der Attraction hoffen, vielweniger verſprechen könne, deren Würkungen wie bekannt iſt, in einer gewiſſen Entfernung oder Schranken, nach eben der Strecke immer einerley bleibt, außer derſelben aber ſich beſtändig umgekehrt verhält und würkt; weswegen denn ein ſolcher Umſtand dem Verſprechen einer leichten und kurzen

gelaſſen, nachdem es die ungleichen Grade der Dicke erfordern. Fällt es alſo auf die Oberflä-
che

Auflöſung nur gar wenig günſtig iſt. Worüber man den kurzen Lehrbegrif des Herrn Rowning, Th. 3. S. 167. mit mehrerm nachleſen kann.

4. Nunmehr aber muß ich weiter gehen, und von den ſchönen überaus künſtlichen, und ungemein wichtigen Entdeckungen, als ſie jemals gemacht worden ſind, Nachricht ertheilen; und zwar ſo genau, als es nur immer auf eben die Art und in den Ausdrücken unſers Verfaſſers geſchehen kann, die er in ſeinen Verſuchen gebraucht, wie auch in eben den Beobachtungen, die er darüber angeſtellet hat, und wie er darüber urtheilt.

5. Der erſte Verſuch, deſſen er Meldung thut, beſteht darinnen: daß er zwey Priſma hart zuſammen drückt, deren Seiten ein wenig erhaben rund ſind; weswegen ſie denn einander nur in gar kleinen Theilen ihrer Oberfläche berühren können; rund um dieſem Berührungspunkte aber iſt eine zarte Luftſcheibe, (wie ſie denn füglich alſo genennt werden kann) enthalten, deren Dicke aber immer nach und nach zunimmt, je größer die Entfernung von dem erwehnten Berührungspunkte iſt. Dieſe Stelle oder Punkt aber, wo die Körper einander berührten, war vollkommen eben ſo durchſichtig, als wenn beyde ein einziges Glas geweſen wären.

6. Denn wenn das Licht auf die Luftſcheibe zwiſchen den Priſmas dergeſtalt ſchief einfiel, daß es ſämtlich zurück geworfen wurde, ſo ſchien es an eben der Stelle in dieſem Berührungspunkte gänzlich durchgelaſſen zu werden; in ſo fern nehmlich, daß, wenn man den Fleck betrachtete, er dergeſtalt ſchwarz und dunkel erſchien, daß entweder gar kein, oder wenigſtens kein merkliches Licht, wie von den übrigen Stellen, daher zurück geworfen wurde.

7. Wenn er nun durch die beyden Priſma ſahe, ſo ſchien es nicht anders, als ob in dieſer Luftſcheibe ein Loch geweſen wäre, und durch dieſes Loch die Gegenſtände außerhalb demſelben vollkommen deutlich geſehen
werden

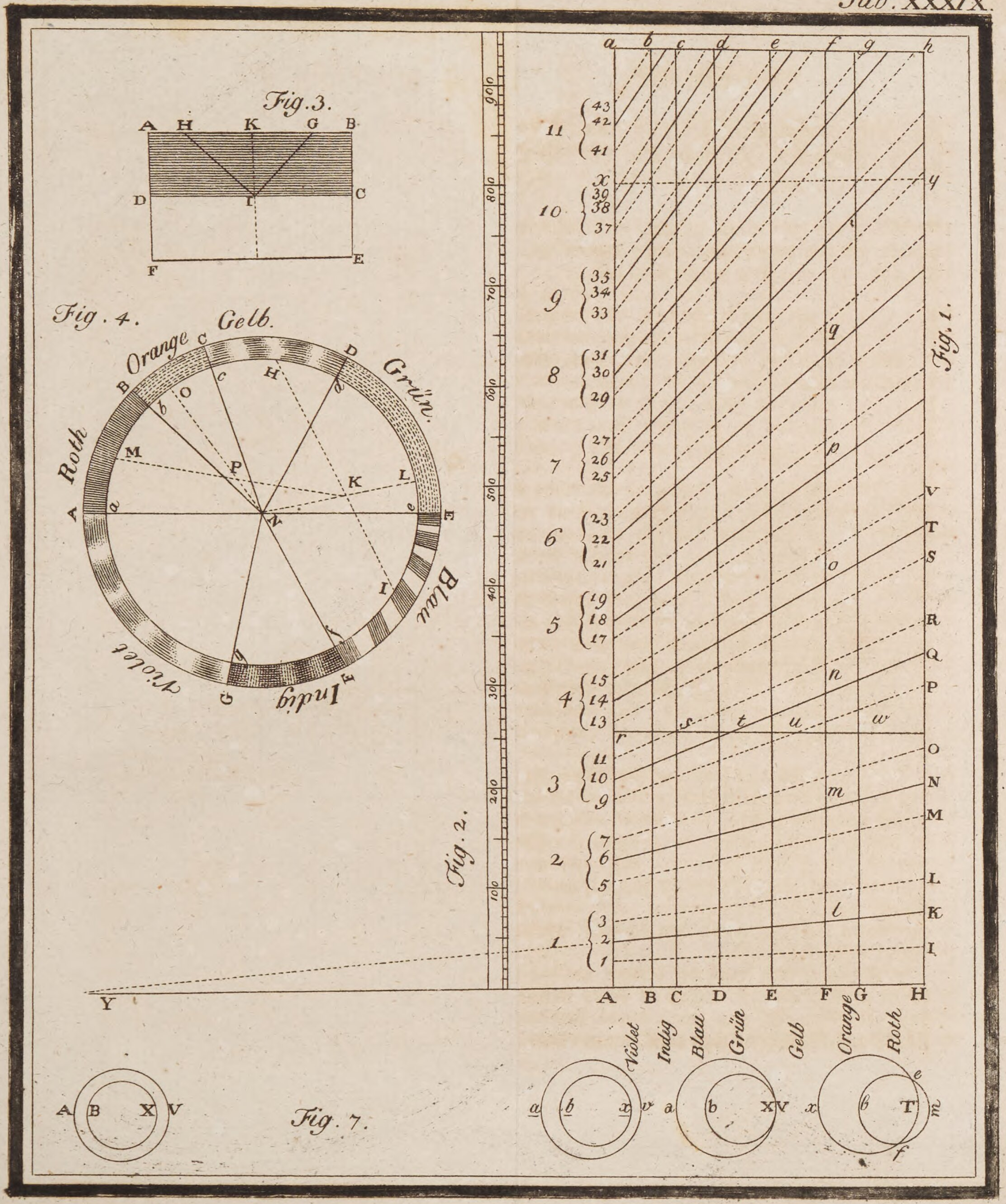


Fig. 3.
Fig. 4.
Orange
Gelb.
Grün.
Roth
Blau
Violet
Indig
Fig. 2.
Fig. 1.
Violet
Indig
Blau
Grün
Gelb
Orange
Roth
Fig. 7.

che der natürlichen Körper, ſo wird es von den Zwiſchenraumgen der Luft, die in dieſen

werden könnten: dieſe aber waren nicht auf gleiche Weiſe ſichtbar, wenn er ſie durch diejenigen Theile der Gläſer betrachten wollte, zwiſchen welchen ſich die Luft befand. Wenn er die Priſma übrigens härter zuſammen drückte, ſo wurde der erwehnte Fleck immer breiter; welches ſich daher erklären läßt, indem die Theile nachgaben, und inwendig, gegen die Priſma zu, auswichen.

8. Wenn die Luftſcheibe, indem man die beyden Priſma um ihre gemeinſchaftliche Achſe drehete, gegen die einfallenden Strahlen eine ſo geringe Neigung hatte, daß einige unter ihnen begunnten durchgelaſſen zu werden; ſo entſtunden in demſelben verſchiedene zarte und gefärbte Kreiſe, welche anfänglich die Geſtalt der Muſchellinie hatten; wenn aber dieſe Bewegung der Priſma um die Achſe fortgeſetzt wurde; ſo nahmen dieſe Bögen zu, und ſchloſſen ſich immer mehr ſo lange um den durchſichtigen Fleck, bis ſie zu vollkommenen Cirkeln wurden, ihn rund umher einſchloſſen, und ſich nachher immer mehr und mehr zuſammen zogen.

Tab. XXXVIII. Fig. 1.

9. Dieſe Bögen nnd Ringe bekamen verſchiedene Farben, ſo wie die Bewegung derer Priſma anhielt; anfänglich waren ſie violett und blau; nachher weiß, blau, violett; ſchwarz, roth, orange, gelb, weiß, blau und violett u. ſ. f. Hierauf zogen ſich die gefärbten Ringe zuſammen, und wurden nur allein ſchwarz und weiß, drehte man die Priſma noch weiter herum; ſo begunnten die Farben nach und nach aus den Weißen hervor zu kommen, und zwar in einer genau umgekehrten Ordnung, als welche ſie vorher hatten.

10. Um aber die Ordnung der Farben, welche aus den weißen Cirkeln entſtunden, deſto genauer zu beobachten, und indem die Strahlen gegen die Luftſcheibe immer weniger geneigt wurden; ſo brauchte Herr Iſaac Newton zwey Objectivgläſer, deren eins auf der einen Seite platt, oder eben, auf der andern

Körpern ungleiche Dicke hat, verſchieden zurück geworfen; und nachdem die Verbindung unter

erhaben rund, das zweyte aber auf beyden Seiten nach einem Halbmeſſer erhabenrund geſchliffen, und deſſen Brennweite 51 Fuß war. Auf dieſes legte er die flache Seite des andern, drückte ſie beyde allmehlich dergeſtalt zuſammen, daß die Farben nach einander in der Mitte der Cirkel zum Vorſcheine kamen. Nachdem er nun das leere Glas von dem untern nach und nach erhob; ſo verſchwunden die Farben immer an eben dem Orte wieder.

11. Wurden die Gläſer zuſammen gedrückt, ſo entſtunden verſchiedene Farben, und verbreiteten ſich in concentriſchen Cirkeln von verſchiedenen Breiten und Farben, um den erwehnten Punkt. Ihre Geſtalt, wenn die Gläſer am ſtärkſten zuſammen gedrückt waren, iſt in der zwoten Figur vorgeſtellt, wo *a* den mittlern Fleck bedeutet, die Kreiſe der Farben aber um denſelben, waren in folgender Ordnung:

1. { *b*, blau, *c*, weiß, *d*, gelb, *e*, roth.

2. { *f*, violett, *g*, blau, *h*, grün, *i*, gelb, *k*, roth.

3. { *l*, purpur, *m*, blau, *n*, grün, *o*, gelb, *p*, roth.

4. { *p*, grün, *r*, roth.

5. { *s*, grünlich blau, *t*, roth.

6. { *u*, grünlich blau, *x*, blaßroth.

7. { *y*, grünlich blau, *z*, röthlich weiß.

12. Um die Dicke der Luftſcheibe zu beſtimmen, wo eine jedwede dieſer Farben hervorgebracht wurde, ſo maß er den Durchmeſſer der erſten ſieben Ringe, und zwar da, wo ein jedweder den helleſten Schein hatte. als er ſie nun quadrirte, ſo fand er, daß die Quadrate in der arithmetiſchen Progreßion der ungeraden Zahlen waren, das iſt, ſich wie 1, 3, 5, 7, 9, 11 verhielten: und weil eins von dieſen beyden Gläſern platt, das andere aber kugelförmig war; ſo mußten ſich auch die

unter den Theilgen der Körper anders iſt, und die Lufttheilgen von verſchiedener Größe

 ſind,

die Zwiſchenraume bey dieſen Kreiſen, wie die Zahlen in eben der Progreßion verhalten. Ueber dieſes maß er auch die Durchmeſſer der dunkeln oder blaßen Ringe zwiſchen den hellen Farben; und fand, daß ſich deren Quadrate wie die geraden Zahlen in der arithmetiſchen Progreßion 2, 4, 6, 8, 10, 12 verhielten.

13. Alles dieſes aber folgt aus der Natur des Cirkels: denn es ſey der Cirkel E F G, der Durchſchnitt einer Kugel, deren Runde der Rundung des oben erwehnten doppelt erhabenen Glaſes gleich iſt; A B aber der Durchſchnitt einer Ebene; welche das erwehnte erhabene andere Glas in dem Punkte D berührt. Wenn wir nun ferner annehmen, D*e*, D*f*, ſeyn die Halbmeſſer zweener Ringe, ſo iſt die Dicke der Luftſcheibe zwiſchen den Gläſern bey dieſen Ringen, *ec* und *fd*, welche beyde beſonders D*a* und D*b* gleich ſind. Setzen wir nun, wie gewöhnlich, DG = *a*, D*a* = *x*, D*b* = X, *ac* = (D*e* =) *y*, und *bd* = (D*f* =) Y; ſo haben wir, wegen der Eigenſchaft des Cirkels, $yy = ax - xx$, und $YY = aX - XX$; und mithin Tab. XXXIIX. Fig. 3.

$$y^2 : Y^2 = ax - xx : aX - XX = x : \frac{a-X}{a-x} \times X.$$

Wenn aber *a* oder D, in Betracht gegen *x* und XG, ſehr groß iſt, oder gegen D*a*, D*b*; ſo iſt $\frac{a-x}{a-X} = 1$ beynahe; mithin in dem gegenwärtigen Falle, $y^2 : Y^2 = x : X$; oder die Quadrate der Halbmeſſer der Ringe D*e*, D*f*, verhalten ſich, wie die Zwiſchenraume *ec*, *fd*, oder wie die Dicken der Luftſcheiben in dieſen Stellen: weswegen denn die Durchmeſſer in eben der Verhältniß ſind.

14. Herr Newton maß alſo den Durchmeſſer des fünften dunkeln Cirkels, (welcher 2D*f* ſeyn mag,) und fand ihn $\frac{1}{5}$ Zoll; als er ihn aber nachher durch

ein

ſind, auch entweder ganz und gar, oder nur zum Theil, durchgelaſſen; dasjenige aber,

ein Glas betrachtete, welches $\frac{1}{6}$ Zoll dick war, und ohngefehr in der Perpendicularlinie darauf ſahe, ſo mußte derſelbe, beynahe in der Verhältniß wie 79 zu 80, vermindert erſcheinen; das iſt, $79 : 80 = \frac{1}{5} : \frac{16}{79} = 2Df$, als dem würklichen Durchmeſſer. Weswegen denn $Df = \frac{8}{79}$, und in dieſem Verſuche $DG =$ 182 Zollen, haben wir $DG : bf (= Df) = bf : Db = fd$; oder in Zahlen, $182 : \frac{8}{79} = \frac{8}{79} : \frac{32}{567931}$, oder $\frac{100}{1774784} = fd$; und weil die Dicke der Luft bey dem fünften Ringe ſich zu der Dicke bey dem erſten wie 10 zu 2, oder 5 zu 1 verhält (N. 12.); ſo iſt $\frac{1}{5}$ von $\frac{100}{1774784} = \frac{1}{88739}$ Zoll die Dicke der Luft bey dem erſten dunkeln Ringe.

15. Vermittelſt eines andern Objectivglaſes, nach einer Kugel geſchliffen, deren Durchmeſſer $DG =$ 184 Zoll war, fand er die Dicke der Luft bey eben dem dunkeln Cirkel $\frac{1}{88850}$ Zoll. Das Auge aber war in dieſen beyden Beobachtungen nicht genau perpendicular über dem Glaſe, und die Strahlen waren gegen daſſelbe unter einem Winkel von 4° geneigt. Wären alſo (wie in dem vorhergehenden Artikel,) die Strahlen perpendicular gegen das Glas geweſen, ſo würde die Dicke der Luft bey dieſen Ringen geringer geweſen ſeyn, und zwar in der Verhältniß des Halbmeſſers 10000 zu der Secante von 4 Graden 10024. Die gefun-

aber, welches zurück geworfen wird, beſteht durchgehends aus einerley oder allen Ar-

 ten

gefundenen Dicken nehmen alſo in der Verhältniß, wie die beyden Brüche $\frac{1}{88952}$ und $\frac{2}{89063}$ ab; oder in den nächſt bequemſten Zahlen $\frac{1}{89000}$ Zoll. Die Hälfte von dieſem, nehmlich $\frac{1}{178000}$, iſt die Dicke des erſten gefärbten Ringes. Für die übrigen aber kommen die Brüche $\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$ u. ſ. f. mithin $\frac{2}{178000}$, $\frac{4}{178000}$; $\frac{6}{178000}$ u. ſ. f. für die Dicken aller dunkeln Ringe.

16. Die Ringe erſchienen übrigens am kleinſten, wenn das Auge perdendicular über die Gläſer in der Achſe der Ringe gehalten wurde; betrachtete man ſie aber in einer ſchiefen Strecke, ſo wurden ſie beſtändig größer, und zwar um deſto mehr, je weiter man das Auge von dieſer Achſe entfernt hielt. Und als Herr Newton die Durchmeſſer eben deſſelben Cirkels in einer jedweden ſchiefen Lage des Auges maß, und ſie auch noch auf andere Arten beſtimmte; ſo fand er den Durchmeſſer, und mithin die Dicke der Luft bey deſſen Peripherie in allen dieſen ſchiefen Lagen, beynahe in eben den Verhältniſſen, wie ſie in folgender Tabelle zu ſehen ſind, in deren erſten Columne die Einfallswinkel ſtehen, welche die Lichtſtrahlen mit der Perpendicularlinie gegen das Glas machen; in der andern die in der Luftſcheibe gebrochenen Winkel; in der dritten die Durchmeſſer eines gefärbten Ringes bey dieſen ſchiefen in Theilen ausgedrückten Lagen, deren 10 den Durchmeſſer ausmachen, wenn die Strahlen perpendicular ſind; in der vierten aber die Dicke der Luft bey der Peripheri des in Theilen ausgedrückten Ringes, deren der

ten derſelben ohne Unterſcheid, und iſt entweder auf eine ungleiche oder gleiche Art mit

der Diameter ebenfalls 10 hat, wenn die Strahlen ſenkrecht einfallen.

17.

Einfallswinkel auf die Luftſcheibe.		Brechungswinkel in der Luftſcheibe.		Durchmeſſer des Ringes.	Dicke der Luft.
Gr.	Min.	Gr.	Min.		
00	00	00	00	10	10
06	26	10	00	$10\frac{1}{13}$	$10\frac{2}{13}$
12	45	20	00	$10\frac{1}{3}$	$10\frac{2}{3}$
18	49	30	00	$10\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$
24	30	40	00	$11\frac{2}{5}$	13
29	37	50	00	$12\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$
33	58	60	00	14	20
35	47	65	00	$15\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{4}$
37	19	70	00	$16\frac{4}{5}$	$28\frac{1}{4}$
38	33	75	00	$19\frac{1}{4}$	37
39	27	80	00	$22\frac{6}{7}$	$52\frac{1}{4}$
40	00	85	00	29	$84\frac{1}{12}$
40	11	90	00	35	$122\frac{1}{2}$

18. Als er durch zwey zuſammengelegte Objectivgläſer oder Primas ſahe, ſo bemerkte er, daß die Farben Ringe eben ſowohl vermittelſt des durchgelaſſenen als zurückgeworfenen Lichts erſchienen. Der mittlere Fleck wurde nunmehr weiß und durchſichtig. Die Ordnung der Farben aber war: gelblichroth, ſchwarz, violett, blau, weiß, gelb, roth, violett; blau, grün, gelb, roth u. ſ. f. Als ſie unten in der 4 *Fig.* gezeichnet ſind, die obern aber ſind die aus der Reflection entſtehenden Farben; AB und CD aber die beiden Oberflächen der Gläſer, die einander in E berühren, mit darzwiſchen geſetz-

Tab. XXXVIII Fig. 4.

mit allen übrigen vermiſcht. Woraus denn folgt, daß: 1) wenn das Licht ganz und gar

geſetzten Linien, welche den Zwiſchenraum der verſchiedenen Dicke der Luft in einer arithmetiſchen Progreßion andeuten. Wenn man nun hier die Farben mit einander vergleicht, ſo bemerkt man, daß die weiße der ſchwarzen, die rothe der blauen, die gelbe Farbe der violetten, die grüne der rothen u. ſ. f. ſowohl bey dem reflectirten als gebrochenen Licht, beſtändig entgegen geſetzt iſt: die von dem gebrochenem Lichte herrührenden Farben aber ſind ſehr ſchwach und ſtark ausgedehnt, außer, wenn man ſie ſehr ſchrege betrachtet, in welchem Falle ſie denn ſchon lebhaft genug werden.

19. Wenn die Gläſer rund umher an den Ecken angefeuchtet wurden, ſo zog ſich das Waſſer allmehlich zwiſchen ſie hinein, die Cirkels wurden kleiner, und die Farben ſchwächer. Ihre Durchmeſſer wurden durch die Meſſung, zu denen in der Luft gemachten Ringen, wie 7 zu 8, und mithin die Dicke der Luft, bey gleichen Cirkeln, wie $7 \times 7 = 49$ zu $8 \times 8 = 64$, oder wie 3 zu 4 beynahe, gefunden: welches die Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels des Waſſers zu dem Sinus des Refractionswinkels in der Luft iſt. Und dieſes kann vielleicht (wie Herr Newton ſagt,) eine allgemeine Regel für ein anderes Medium ſeyn, wenn es zwiſchen die Gläſer kommt, im Falle es dünner oder dichter iſt, als das Waſſer.

20. Die in der Luft gefärbten Ringe aber wurden viel deutlicher, und konnten in viel größerer Anzahl bemerkt werden, wenn man ſie in einem finſtern Zimmer, vermöge des von dem Priſma reflectirten gefärbten Lichts betrachtete. Die durch die Reflection des rothen Lichts gemachten Ringe, waren augenſcheinlich größer, als die von dem blauen oder violetten hervorgebrachten; und es war überaus angenehm zu ſehen, wie ſie immer nach und nach größer und kleiner wurden, nachdem ſich die Farbe des Lichts änderte. In dem rothen war die Bewegung am geſchwindeſten, in dem violetten aber am langſamſten; und als man die

durchgelaſſen wird, der Körper ſchwarz erſcheint: welche Farbe alſo nichts anders iſt, als ein

Durchmeſſer der Ringe mit einander verglich, ſo waren die Dicken der Luft in denen Stellen, wo die Ringe von den Schranken der ſieben Farben, roth, orange, gelb, grün, blau, indigblau und violett, gemacht wurden, in eben der Verhältniß gegen einander, wie die Cubicwurzeln aus den Quadraten der acht Längen einer Saite, welche die Töne zwiſchen einer Octave angiebt, oder deren verſchiedene Länge durch Zahlen 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$ ſind.

21. Dieſe Ringe aber hatten keine verſchiedene Farben, wie die in der freyen Luft gemachten, ſondern erſchienen durchgehens in eben der Farbe, mit welcher das Priſma erleuchtet war: und indem das gefärbte Licht gerade auf die Gläſer geworfen wurde, ſo gieng dasjenige, welches auf die dunkeln Stellen zwiſchen die Ringe traf, durch die Gläſer, ohne im geringſten geändert zu werden. Dieſes aber konnte man alsdenn ſehen, wenn man ein weißes Papier darhinter hielt, auf welchem ſich die Ringe in eben den Farben zeigten, wie die aus dem reflectirten Lichte entſtandenen, und eben ſo groß waren, als ihr natürlicher Raum.

22. Hieraus iſt die Urſache der Ringe offenbar, welche darinne beſteht: daß die Luft zwiſchen den Gläſern, nach der Verſchiedenheit ihrer Dicke, vermögend iſt, das Licht von einer gewiſſen Farbe in einigen Stellen zu reflectiren, in andern aber durchzulaſſen; und an eben dem Orte das Licht von einer Farbe zurück zuwerfen, wo es den andern Strahl durchläßt; ſo wie daſſelbe in der fünften Figur gezeichnet iſt: wo AB,
Tab. CD, die Gläſer wie vorher bedeuten; *a*, *c*, *e*, *g*, *i*,
XXXIIX. *l*, *n*, *p*, die Stellen des durchgelaſſenen Strahls, und
Fig. 5. *b*, *d*, *f*, *h*, *k*, *m*, *o*, die Theile des zurückgeworfenen, welcher die bunten Ringe macht.

23. Die Quadrate der Durchmeſſer, der von einer prismatiſchen Farbe gemachten Ringe, und mithin die verſchiedenen Dicken der Luft bey einem jeden, waren, wie in den Kreiſen der gemeinen Luft, in einer arithmetiſchen Progreßion; und die Größe der Ringe, welche das

ein völliger Mangel alles Lichts. 2) Wenn das Licht, welches von den Körpern zurück geworfen

wird,

das gelbe Licht machte, war eben dieſelbe, welche wir N. 14. angegeben haben. Dieſe Beobachtungen wurden übrigens mit einem dünnern Medium angeſtellt, welches von einem dichtern umgeben war, nehmlich der Luft und dem Waſſer zwiſchen Gläſern. In den Folgenden hat man die Eigenſchaften des dichtern Medium angenommen, welches mit einem dünnern verſetzt war, wie z. E. mit moſcowitiſchem Glaſe, Waſſerblaſen u. d. gl. welche an allen Seiten mit Luft eingeſchloſſen ſind.

24. In dem Verſuche mit der Blaſe von Seifenwaſſer, welches mit einem hellen Glaſe bedeckt, und dem hellen Tageslichte ausgeſetzt war, bemerkte man, daß die Blaſe ſo wie ſich das Waſſer beſtändig herunter zog, immer dünner wurde, und Farbenringe machte, welche ſich immer nach und nach weiter bis über die ganze Blaſe erſtreckten, und unten an derſelben nach und nach verſchwanden. Die Blaſe aber war oben ganz dunkel, und der mittlere Fleck mit eben ſo gefärbten Ringen, auch in eben der Ordnung, umgeben, wie die von der Luft N. 11. gemachten, ſie waren aber viel größer und lebhafter.

25. So wie nun die Dicke der Waſſerſchale immer nach und nach abnahm, ſo folgten auch auf die Farben aller dieſer jeglichen Ringe, nach deren Ausbreitung, andere, die ſich in der Ordnung von der rothen bis zu der Purpurfarbe zeigten. Auf dieſe Weiſe war die rothe Farbe des zweyten Ringes, von oben an gerechnet, oder des ſechſten von unten gegen oben zu, anfänglich eine ſchöne lebhafte Scharlachfarbe, welche nachher ſtärker wurde, und ſowohl ſehr rein, als glänzend, und die beſte unter allen Arten der rothen Farben war. Auf dieſe folgte eine lebhafte Orangenfarbe, und nach dieſer eine ſehr ſchöne gelbe, welche gar bald ausartete, und zuerſt ins grünlich gelbe, nachher aber ins grünlich blaue fiel; endlich erſchien eine ſehr gute himmelblaue Farbe; auf dieſe eine dunkele violette. Und auf eben die Weiſe gieng es auch in allen übrigen

Ordnun-

wird, ſämtlich nur aus einer einzigen Art beſteht, ſo

Ordnungen der Farben, nur nicht ſo ordentlich und vollkommen: denn die Farben derſelben waren mehr vermiſcht und nicht ſo deutlich.

26. Dieſe Farbenringe wurden immer mehr und mehr erweitert, ſo wie ſie das Auge immer nach einer ſchiefern Lage betrachtete, doch nicht ſo ſehr, als die von der Luft N. 16. gemachten. Denn aus der Tabelle N. 17. erhellet, daß ſie ſich bis zu einem Theile ausgebreitet haben, wo ſich die Dicke der Luft zu derjenigen verhält, in welcher ſie erſchienen, wenn man ſie in der Perpendicularlinie betrachtete, wie $122\frac{1}{2}$ zu 10, welche Verhältniß größer iſt, wie 12 zu 1. Da hingegen Herr Newton, als er die Dicke der Blaſe bey jeglichem dieſer Ringe maß, wie ſie ſich unter jeglichen Graden der erwehnten und in der folgenden Tabelle angezeigten ſchiefen Lage zeigten, fand, daß ſich der größte zu den kleinſten nur wie $15\frac{1}{2}$ zu 10 verhielt; welcher Zuwachs nur ohngefehr der 24ſte Theil des vorhergehenden in der Luft iſt.

27. In der erſten und andern Columne der folgenden Tabelle, ſind alſo die Einfallswinkel auf das Waſſer, und die Brechungen in demſelben angegeben; in der dritten aber die Dicken der darzu gehörigen Waſſerſchale.

Einfallswinkel auf das Waſſer.		Refraction in dem Waſſer.		Dicke der Waſſerſchale.
Gr.	Min.	Gr.	Min.	
00	00	00	00	10
15	00	11	11	$10\frac{1}{4}$
30	00	22	01	$10\frac{4}{5}$
45	00	32	02	$11\frac{4}{5}$
60	00	40	30	13
75	00	46	25	$14\frac{1}{2}$
90	00	48	35	$15\frac{1}{5}$

28. Die

ſo erſcheint der Körper blos in einer einzigen Farbe, welche ſehr einfach und ſtark iſt. Werden

28. Die Sinus dieſer Winkel aus dem Waſſer in die Luft, ſind wie 3 zu 4 angenommen; und hieraus hat Herr Newton mit einer ganz ausnehmenden Scharfſinnigkeit gefolgert: daß die Dicke einer Luft- oder Waſſerſcheibe, welche erfordert würde, unter einer jedweden ſchiefen Lage des Auges, beſtändig eben dieſelbe Farbe zu gewehren, ſich wie die Secante eines Winkels verhielte, deſſen Sinus die erſte von 106 mittlern Proportionalzahlen zwiſchen dem Sinus des Einfalls- und Refractionswinkels ſey.

29. So wie N. 18. die Blaſe vermittelſt des durchgelaſſenen Lichts, in einer Farbe erſchien, welche das Gegentheil von der iſt, die wir durch die Reflection erhielten; ſo bekam auch derjenige Theil, welcher von dem reflectirten Lichte roth ausſieht, von dem gebrochenen eine blaue Farbe; der aber, welcher von dem reflectirten Lichte blau erſcheint, von den durchgelaſſenen Strahlen, eine rothe. Uebrigens erſchienen die Ringe in größerer Anzahl, und viel breiter, wenn man ſie durch das Priſma betrachtete, als mit dem bloßen Auge; und vermittelſt des Priſma konnte man alle Ringe zwiſchen den Gläſern, oder in der Blaſe entdecken, wenn man mit dem bloßen Auge ganz und gar keinen bemerkte.

30. Die eben beſchriebenen gefärbten Ringe erſchienen auch in dünnen Stückgen von moſcowitiſchem Glaſe, welche, wenn ſie an der Seite dem Auge gegenüber, befeuchtet wurden, noch immer eben die Farbeu zeigten, nur nicht ſo ſtark, ſondern ungleich matter. Woraus denn ſowohl, als aus dem, was wir N. 19. beygebracht haben, augenſcheinlich erhellet, daß die Dicke einer Platte, welche zu der Hervorbringung einer gewiſſen Farbe erfordert wird, bloß von der Dichtigkeit derſelben herrührt, und nicht von der Dichtigkeit des Medium, in welchem ſie ſich befindet. Iſt aber die Platte überhaupt dichter, als dieſes Medium,

den 3) die Strahlen unter einander zurück geworfen, doch aber die eine Art derſelben mehr, wie die

dium, welches ſie umgiebt; ſo macht jene viel ſtärkere und lebhaftere Farben, als wenn ſie lockerer iſt.

31. Diejenigen Farben, welche man bey dem polirten Stahle bemerkt, wenn er erhitzt iſt, ſind mit denen Ringen in der Blaſe, welche einer nach dem andern, von der rothen Farbe ihren Anfang nehme, und ſo nach und nach zu der blauen oder Purpurfarbe fortgehen, von einerley Art; und werden auf gleiche Weiſe verändert, wenn man ſie unter ungleichen ſchiefen Lagen mit bloßen Auge betrachtet, obgleich dieſe Veränderung der Farben nicht ſo merklich iſt.

32. Damit wir aber im Stande ſeyn mögen, deutlich zu zeigen, auf was Art jegliche Farben in den Ringen hervor gebracht werden; ſo müſſen wir des Herrn Newton Entdeckung, die er in dieſer Sache gemacht hat, ein wenig erläutern. Man nehme demnach auf der geraden Linie *Y*H, die Theile *Y*A, *Y*B, *Y*C, *Y*D, *Y*E, *Y*F, *Y*G, und *Y*H, in der Verhältniß gegen einander an, wie die Cubicwurzeln aus den Quadratzahlen $\frac{1}{2}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{8}{9}$, 1; das iſt, in der Verhältniß der Zahlen 6300, 6814, 7114, 7631, 8255, 8855, 9243, und 10000. N. 20.

33. In den Punkten A, B, C, D, E, F, G, H, richte man die Perpendicularlinien A*a*, B*b*, C*c*, u. ſ. f. durch deren Zwiſchenraumen die Breiten ausgedruckt werden, durch welche ſich die von ihnen gemachten Farben erſtrecken; denn wenn bey der Dicke *Y*A, die violette anfängt, und die Indigfarbe bey B, ſo ſtellt AB die Breite der violetten Farbe vor; und ſo auch die übrigen.

34. Nun theile man A*a* in gleiche Theile, und ſetze die Zahlen bis 43 darneben, ſo wie es aus der Figur erhellet. Durch dieſe Theilungspunkte und *Y*, ziehe man die Linien 1I, 2K, 3L, 5M, 6N, 7O, u. ſ. f. ſo verhalten ſich die Theile A2, A6, A10, A14, u. ſ. f. wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, u. ſ. f. das iſt, wie die Dicken der Luft bey jeglichem Kreiſe. N. 12.

35. Weil nun A2 die Dicke eines dünnen durchſichtigen Körpers vorgeſtellt, bey welchem der violette Strahl

die andere; ſo zeigt ſich der Körper zwar in der ganzen Farbe, welche dieſer Art von Strahlen eigen

Strahl der erſten Ordnung oder Ringes, am häufigſten zurück geworfen wird; ſo bedeutet HK die Dicke, wo der rothe Strahl in eben der Ordnung am häufigſten zurück geworfen wird: weil in den beyden ähnlichen Dreyecken A*Y*2 und H*Y*K, *Y*A : *Y*H = A2 : HK. *Y*A und *Y*H aber verhalten ſich, wie die Dicken der Luftſcheiben bey dieſen Farben, und mithin auch A2 und AK. N. 32.

36. Ferner: weil A6 (N. 12.) die Dicke iſt, wo der violette Strahl des zweyten Kreiſes am meiſten zurück geworfen wird, und (N. 20.) die Verhältniß der Dicke der Luft, wo der violette und der rothe Strahl zurück geworfen werden, eben die iſt, wie *Y*A zu YA; ſo folgt: weil YA:YH = A6 : HN, daß die Linie HN die Dicke der Scheibe an dem Orte vorgeſtellt, wo der rothe Strahl von der zwoten Ordnung am meiſten zurück geworfen wird. Auf eben die Weiſe ſtellt auch A10 und HQ, eben die Verhältniß zwiſchen den violetten und rothen Strahle der dritten Ordnung u. ſ. f. vor.

37. Und die Dicken, bey welchen die Zwiſchenfarben am meiſten zurück geworfen werden, ſind durch die Entfenung der Linie AH von den mittlern Theilen der Linie 2K, 6N, 10Q, u. ſ. f. angedeutet, neben welche die Namen der Farben geſchrieben ſind, wie man leicht verſtehen wird.

37. Wenn wir aber ferner die Länge und Breite der Farben in einem jeden Ringe beſtimmen wollen, ſo bedeute A1 die geringſte Dicke, und A3 die größeſte, bey welcher der äußerſte violette Strahl in der erſten Reihe oder Ringe zurück geworfen wird; ſo ſind HI und HL eben dieſe Grenzen vor das äußerſte Rothe; die Zwiſchenfarben aber werden durch die darzwiſchen liegenden Theile der Linien 1I und 3L beſtimmt, welchen die Namen dieſer Farben gegenüber ſtehen; u. ſ. f. Uebrigens aber iſt hier zu merken, daß einer jedweden Reihe der Farben eben die Breite zugeſchrieben iſt, nehmlich AHL3, 5MO7, 9P*R*11, u. ſ. f. weil der

Unter-

eigen iſt, allein nicht ſo rein, ſtark und unvermiſcht, wie vorher. Werden 4) drey oder vier Arten

Unterſchied der Breite der Ringe in den Luft- und Waſſerſcheiben, mit dem Auge, wenn man den Verſuch macht, nicht gemerkt werden kann.

39. Hieraus wird man nun leicht ermeſſen, daß die Raume A 1 I H, 3 5 M L, 7 9 P O, u. ſ. f. diejenigen ſeyn, wo die Strahlen durchgelaſſen werden, und die dunkeln Kreiſe erſcheinen. Mithin können wir vermöge dieſer Zeichnung wiſſen, was für eine Farbe, in der freyen Luft, bey einer jedweden Dicke des dünnen und durchſichtigen Körpers, entſtehen muß: denn wenn man ein Linial mit der Linie A H parallel legt, und zwar in ſolcher Entfernung von derſelben, mit welcher die Dicke des Körpers vorgeſtellt iſt; ſo bedeuten die Raume 1 I L 3, 5 M O 7, u. ſ. f. welche das Linial immer eins um das andere ſchneidet, die zurück geworfenen Originalfarben, aus welcher die in der freyen Luft entſtandene Farbe zuſammen geſetzt iſt.

40. Wenn man alſo z. E. die Beſchaffenheit der vermiſchten Farben wiſſen will, welche aus dem grünen der dritten Ordnung oder Reihe entſtanden ſind, ſo darf man nur das Linial in die Richtung *r s t u w*, mit A H parallel legen, und aus ſeinem Durchgange durch einem der blauen Strahlen bey *s*, und gelben bey *u*, eben ſowohl auch durch den grünen bey *t*, urtheilen, daß der grüne, welcher bey dieſer Dicke des Körpers, vornehmlich aus dem urſprünglich grünen, welches aber mit etwas blau und gelb vermiſcht iſt, beſteht.

41. Auch kann man hieraus wiſſen, wie die Farben von dem Mittelpunkte der Ringe auswerts in eben der Ordnung folgen müſſen, wie ſie N. 11. beſchrieben ſind. Denn wenn man das Linial von A H immer nach und nach durch alle die Entfernungen bewegt, und den erſten Raum A 1 durchſtrichen hat, welcher entweder nur eine gar geringe oder gar keine Brechung andeutet, die von den dünneſten Materien verurſacht wird; ſo trift es erſt bey 1 den violetten, und alsdenn ſogleich den blauen und grünen an, welche mit dem violetten, den blauen Strahl ausmachen: nachher aber den

ten der Strahlen vermiſcht, und ſtärker zurück geworfen, als die übrigen; ſo iſt die Farbe des

Körpers

den gelben und rothen, durch deren fernere Vermiſchung der blaue weiß wird, welche Farbe denn ſo lange anhält, als ſich das Linial von I nach 3 bewegt; und nachher bey dem allmehligen Mangel der Farben, die eben dieſe Farbe mit einander ausmachen, zuerſt gelb wird, und dieſe nachher ins Rothe ausartet, welches bey L aufhört. Und auf dieſe Weiſe entſtehen die Farben der erſten Reihe.

42. Alsdenn nehmen die von der zwoten Ordnung oder Reihe ihren Anfang, welche wehrend dem Durchgange der Schneide des Linials von 5 nach O auf einander folgen, und heller ſcheinen, als vorher, weil ſie mehr ausgedehnt und zertheilt ſind. Da nun das Linial allhier anlangt, und über den Punkt 7 eher wegſtreicht, als es nach M kommt, ſo kann keine Zurückwerfung aller dieſer Farben zu gleicher Zeit geſchehen, mithin auch keine weiße Farbe zwiſchen der blauen und gelben ſeyn, wie vorher; aber wohl eine Zurückwerfung der ächten grünen an der einen Seite mit gelb und orange, an der andern aber mit helleblau und indig vermiſcht, welche mit einander eine grüne Farbe geben. Die violette erſcheint hierzu erſt bey 5, ehe ſie mit dem helle- und dunkelblauen zurück geworfen wird.

43. Die Farben der dritten Reihe folgen ſo auf einander; zuerſt die violette bey 9, welche, ſo wie ſie mit der rothen in der zwoten Ordnung vermiſcht wird, eine Farbe giebt, die ſich dem Purpur nähert. Alsdenn kommt die blaue und grüne, welche hier nicht ſo ſtark mit andern Farben vermiſcht, und mithin lebhafter ſind, als vorher, vornehmlich was die grüne anlangt. Alsdenn folgt die gelbe, von welcher etwas gegen das grüne zu, deutlich und gut iſt, der neben dem angrenzenden rothen Theile aber, wie auch das Rothe ſelbſt, iſt mit dem violetten und blauen der vierten Ordnung vermiſcht; woraus denn verſchiedene Grade der rothen Farbe, welche dem Purpur ſehr nahe kommen, zuſammen geſetzt ſind.

Körpers ebenfalls eine vermiſchte, und kommt derjenigen am nächſten, welche den größten Theil der-

44. Hieraus entſteht das violette und blaue, welches nunmehr folgen muß, und die vierte Ordnung anfängt, weil es mit dem rothen der dritten Ordnung vermiſcht, und von demſelben umgeben iſt. Alsdenn folgt das grüne, welches anfänglich ſtark ins blane fällt, bald aber ein ächtes grün wird, und die einzige lebhafte Farbe von dieſer viertenOrdnung, welche mit keinen andern Farben vermiſcht iſt: denn ſo wie es in das gelbe zu fallen beginnt, ſo fängt es an, ſich mit den Farben der fünften Ordnung zu vermiſchen, durch deren Vermiſchung das folgende gelbe uud rothe ſtark verdünnt und dunkel gemacht werden, beſonders, was das gelbe betrifft, weil es den weicheſten Theil der Farben ausmacht, und kaum bemerkt werden kann; ſo, daß dieſe Ordnung der Farben blos aus der grünen und rothen beſteht.

45. Nachdem ſich nun die Seite des Linials ferner weiter fort mit AH parallel bewegt, ſo ſchneidet es die Farben der zwoten, dritten und vierten Reihe zugleich; woraus denn erhellet, daß die Farben immer mehr und mehr ſo lange vermiſcht werden, bis nach 3, oder 4 Durchgängen, (in welchen die rothe und blaue Farbe, wechſelsweiſe die Hauptfarben ſind, und den 5ten, 6ten, und 7ten Kreis ausmachen,) alle Arten der Farben, allenthalben gleich ſtark mit einander vermiſcht ſind, und durch dieſe Vermiſchung eine vollkommen weiße geben. Indem alſo die Linie xy durch die rothe der ſiebenden, die gelbe der achten, die blaue der neunten, und die Purpurfarbe der zehnten Ordnung geht, und dieſe ſchneidet; ſo erhellet daraus die weiße Farbe, bey der Dicke Ax oder H4, welche nothwendig aus der Vermiſchung ſo vieler ächten Farben entſtehen muß.

46. Weil (N. 20, 21.) die Strahlen einer Farbe da durchgelaſſen, wo die Strahlen einer andern zurück geworfen werden, ſo iſt auch eben daher die Urſache der Farbe

derſelben ausmacht. | Wenn 5) alle Arten von Strahlen von den Körpern gleich ſtark zurück ge-
Ji 2 worſen

gefärbten Kreiſe klar, welche aus dem durchgelaſſenen Lichte entſtehen: denn das, was wir bisher von den Farben geſagt haben, welche aus den Strahlen herrühren, die von den Raumen 1 L, 5 O, 9 R, u. ſ. f. zurück geworfen werden, läßt ſich ebenfalls auf die Erklärung derjenigen Farben anwenden, welche aus der Refraction der Strahlen in den Raumen A I, 3 M, 7 P, 11 S, erzeugt werden.

47. Es kann aber nicht nur die Ordnung und beſondere Art, ſondern auch die genaue Dicke der Platte oder Scheibe, durch welche eine jedwede dieſer Farben hervorgebracht wird, in Theilen eines Zolles angegeben, und auf folgende Art erhalten werden. Denn weil wir (N. 14, 15, und 23.) die Dicke der Platte bereits beſtimmt haben, durch welche das gelbe Licht zurück geworfen wird, nehmlich $Fl = \frac{1}{178000}$, $Fm = \frac{3}{178000}$, $Fn = \frac{5}{178000}$, $Fo = \frac{7}{178000}$ u. ſ. f. Tab. XXXIX. Fig. 2.

Und weil $\frac{1}{178000} = 0{,}0000056$, oder 56 zehn Miliontheilgen eines Zolles; ſo folgt, daß, wenn die Scala dergeſtalt in gleiche Theile getheilt wird, daß $Fl = 56$ iſt, eine jedwede andere Dicke der Luft, vermittelſt zweener Cirkel oder eines Parallellinials, leicht darauf gemeſſen werden kann. Mithin iſt $Gw = 0{,}0000254$; $A2 = 0{,}0000040$; $HK = 0{,}0000065$; $A6 = 0{,}0000119$; $HN = 0{,}0000194$. Hieraus iſt eine jedwede andere Dicke, vor eine gegebene Farbe oder Reihe, faſt zugleich durch den Augenſchein bis auf zehn Millionentheilgen eines Zolles bekannt.

48. Weil nun aus N. 19. erhellet, daß die Dicken der Luft und des Waſſers, wenn ſie eben die Farbe geben, ſich wie 4 zu 3 verhalten; und die Dicken in der Luft,

worfen werden, ſo ſehen dieſe Körper weiß aus, oder haben die eigentliche Geſtalt des Sonnenlichts. Fällt 6) auf die Körper ganz und gar kein Licht;

Luft, vor alle Kreiſe bekannt ſind; ſo hat man auch eben daher die Dicke einer Blaſe, an welcher mehrere Farben erſcheinen; und daher entſtund auch die Tabelle N. 27. Auf gleiche Weiſe kann man auch hieraus die Dicken der dünnen Glasſcheiben beſtimmen, welche die gefärbten Kreiſe machen, weil ſie ſich zu denen von der Luft gemachten wie 20 zu 31 verhalten, welches nehmlich die Verhältniß der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels iſt, wenn der Strahl des gelben Lichts aus dem Glaſe in die Luft fährt; und der Unterſcheid der Verhältniß des Sinus vor die andern Strahlen nicht merklich iſt.

49. Die Verhältniſſe, welche Herr Newton hiervon angegeben hat, ſind in der folgenden Tabelle beynahe ausgedruckt, in welcher die Zahlen nach eben ſo viel Millionentheilgen von einem Zolle vor die Dicken der Scheiben der Luft, des Waſſers und Glaſes, angegeben ſind; welche denn die verſchiedenen Farben der mancherley Ordnungen, wie folget, gewehren.

Farben

Licht; ſo können auch dieſelben keine Farbe haben;

Ji 3 weil

		in der Luft,	dem Waſſer,	Glaſe.
Farben der erſten Ordnung,	ſehr weiß,	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{3}$
	ſchwarz,	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{7}$
	blau,	$2\frac{2}{5}$	$1\frac{4}{5}$	$1\frac{1}{2}$
	weiß,	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{2}{5}$
	gelb,	$7\frac{1}{9}$	$5\frac{1}{3}$	$4\frac{3}{5}$
	orange,	8	6	$5\frac{1}{6}$
	roth.	9	$6\frac{3}{4}$	$5\frac{4}{5}$
der zwoten Ordnung,	violett,	$11\frac{1}{6}$	$8\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{5}$
	indig,	$12\frac{5}{6}$	$9\frac{5}{8}$	$8\frac{2}{11}$
	blau,	14	$10\frac{1}{2}$	9
	grün,	$15\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{3}$	$9\frac{5}{7}$
	gelb,	$16\frac{2}{7}$	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{2}{5}$
	orange,	$17\frac{2}{9}$	13	$11\frac{1}{9}$
	hochroth,	$18\frac{1}{3}$	$13\frac{3}{4}$	$11\frac{5}{6}$
	ſcharlach.	$19\frac{2}{3}$	$14\frac{3}{4}$	$12\frac{2}{3}$
der dritten Ordnung,	purpur,	21	$15\frac{3}{4}$	$13\frac{1}{2}$
	dunkelblau,	$22\frac{1}{10}$	$16\frac{4}{7}$	$14\frac{1}{4}$
	blau,	$23\frac{2}{5}$	$17\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{10}$
	grün,	$25\frac{1}{5}$	$18\frac{9}{10}$	$16\frac{1}{4}$
	gelb,	$27\frac{1}{7}$	$20\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{2}$
	roth,	29	$21\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{7}$
	bläulichtroth	32	24	$20\frac{2}{3}$
der vierten Ordnung,	grün,	$35\frac{2}{7}$	$26\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$
	blau,	$40\frac{1}{3}$	$30\frac{1}{4}$	26
der fünften Ordnung,	grünlich blau,	46	$34\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
	roth,	$52\frac{3}{2}$	$39\frac{3}{8}$	34
der ſechſten Ordnung,	grünlich blau,	$58\frac{3}{4}$	44	38
	roth,	65	$48\frac{3}{4}$	42
der ſiebenden Ordnung.	grünlich blau,	71	$53\frac{1}{4}$	$45\frac{4}{5}$
	röthlich weiß,	77	$57\frac{3}{4}$	$49\frac{2}{3}$

50. Dieſe

weil die Farben nichts als eine bloße Eigenſchaft der Lichtſtrahlen ſind. [CXXI.]

Es

50. Dieſe ſind die vornehmſten Eigenſchaften der dünnen Scheiben oder Blaſen; und jene ſind nichts anders als Folgen aus den Eigenſchaften des Lichts, vermittelſt einer mathematiſchen Art zu ſchlüßen: woraus denn folgt, daß das Vermögen, Farben hervor zu bringen, eine unzertrennliche und unveränderliche Eigenſchaft der Lichtſtrahlen iſt; und zwar aus der Urſache, weil zwiſchen den Farben und deren Brechung ſowohl, als Zurückwerfung der Strahlen, eine beſtändige Verhältniß ſtatt findet. In Betracht dieſes iſt alſo die Theorie von den Farben eben ſowohl eine genau mathematiſche Wiſſenſchaft, als ein jeder andere Theil der Optik; und beſtehet aus zween Theilen, deren erſterer der theoretiſche, welcher von den Eigenſchaften des Lichts handelt, und den Gründen, von welchen die verſchiedenen Eigenſchaften der Farben abhängen; und dieſer iſt derjenige Theil, von welchen wir bisher gehandelt haben. Der zweyte iſt der practiſche, und macht die Anwendung dieſer Gründe auf die Erklärung der in den natürlichen Körpern ſich befindenden beſtändigen Farben aus; zu welchem Theile wir denn nunmehr in den folgenden Noten ſo gleich ſchreiten wollen.

[CXXI.] 1. Weil ich geſonnen bin, die ſämmtliche newtonſche Lehre von den Farben zu liefern, ſo wird es nöthig ſeyn, allhier einige Erklärungen und Erinnerungen voran gehen zu laſſen, deren ſich Herr Newton bedient hat, und welche im folgenden beſtehen.

2. Er nimmt als ein allgemeines Grundgeſetz der Natur an: daß, wenn das Sonnenlicht nur aus einer einzigen Art von Strahlen beſtünde, es auch alsdenn in der ganzen Welt nur eine einzige Farbe geben könne; es wäre auch nicht möglich, weder durch die Zurückwerfung noch Brechung der Strahlen, eine andere Farbe hervor zu bringen; folglich hienge die Mannichfaltigkeit der Farben blos von der Urſache ab, weil das Licht aus mancherley Arten von Strahlen zuſammen geſetzt ſey. Welches alles aus dem Inhalte

Es ſey BNFG, ein kugelförmiger Regentropfen, und AN ein Sonnenſtrahl, welcher auf demſelben in dem Punkt N fällt. Ferner ſtelle

halte der vorhergehenden Noten vollkommen klar iſt, in worinnen wir von den Eigenſchaften gehandelt haben, welche das Licht hat, und die wir an ihm bemerken, wenn es entweder zurückgeworfen oder gebrochen wird.

3. Seine Erklärung des Lichts iſt alſo nachfolgende: er nennet dasjenige Licht das einfache, gleichartige, oder ähnliche, deſſen Strahlen allerſeits gleich ſtark gebrochen werden; dasjenige aber das zuſammengeſetzte, vermengte, unreine oder unähnliche, deſſen Strahlen theils mehr, theils weniger gebrochen werden.

4. Die Farben des ähnlichen Lichts, oder welche durchgehens aus einerley Strahlen beſtehen, nennet er die urſprünglichen, gleichartigen und einfachen, die aus verſchiedenen Strahlen aber herrührenden, aus der Urſache, unreine oder vermiſchte Farben, weil ſie aus der Vermiſchung mehrerer einzelner Farben beſtehen; wie wir ſolches bereits im vorhergehenden erwieſen haben, und in den gleich folgenden Noten noch ausführlicher aus einander ſetzen wollen.

5. Denjenigen einfachen oder unvermiſchten Lichtſtrahl, welcher roth erſcheint, oder eigentlicher zu reden, vielmehr macht, daß die Gegenſtände, auf welche er fällt, roth erſcheinen, nennt er den rothen, oder rothfärbenden Strahl; welcher den Gegenſtänden eine gelbe, grüne, blaue oder violette Farbe giebt, nennt er eben daher den gelb-, grün-, blau- und violettfärbenden Strahl u. ſ. f. Wenn er daher von dem Lichte oder deſſen Strahlen ſagt, daß ſie gefärbt ſind oder Farben haben; ſo muß man dieſes nicht in eigentlich philoſophiſchem Verſtande nehmen, ſondern nur in demjenigen, in welchem der gemeine Mann von den Körpern ſagt, daß ſie gefärbt ſind.

6. Denn wenn man genau reden will, ſo ſind die Strahlen nicht gefärbt, weil in ihnen weiter nichts befindlich iſt, als ein gewiſſes Vermögen, oder eine Kraft, die Empfindung dieſer oder jener Farbe zu erregen. Denn der Schall von einer Glocke oder muſicaliſchen

man ſich vor, dieſer Strahl werde nach F gebro-
chen, von der aber, wiederum nach der Richtung GR zu dem Auge des Zuſchauers; und IG ſey in dem

Saite, iſt nichts anders, als eine zitternde Bewegung, und die Luft enthält auch nichts anders, als eine fortgeſetzte wellenförmige Bewegung der Luftwellen, welche von dem ſchallenden Körper zuerſt in Bewegung geſetzt werden; in dem Senſorio aber iſt eine gewiſſe Empfindung oder ein Sinn, welcher unter dem Begriffe des Schalles bekannt iſt. Auf gleiche Weiſe ſind auch die Farben der Körper nichts anders, als ein bloßes Vermögen, dieſe oder jene beſondere Art der Strahlen mehr als andere zurück zu werfen; in den Strahlen aber ſind die Farben weiter nichts, als eine Fähigkeit, gleichfalls dieſe oder jene Bewegung durch den Sehenerven fortzuſetzen, und in dem Senſorio ſind ſie Empfindungen oder Vorſtellungen dieſer Bewegungen unter der Geſtalt oder Vorſtellung der Farben.

7. Uebrigens wird ein jedweder Lichtſtrahl, wenn er durch einen Körper fährt, in welchem er gebrochen wird, in einen gewiſſen Zuſtand, welcher aber nur eine gewiſſe Zeit dauert, verſetzt, welcher, wehrend dem Fortgange des Strahls, gleich ſtark wieder zurückkehrt, und der ihn bey jeder Zurückkehr vermögend macht, daß er durch die nächſte brechende Fläche deſto leichtet durchgelaſſen, und zwiſchen dieſen Rückkehren von derſelben deſto eher wieder zurück geworfen wird, welches aus CXX. 21, 22. offenbar iſt. Dieſe Wiederkehrungen des Vermögens eines Strahls zurück geworfen zu werden, nennet er ſein *Zurückwerfungsvermögen*; dasjenige aber, vermittelſt welches er leicht durchgelaſſen wird, das *Durchlaſſungsvermögen*; den Raum aber, welchen der Strahl zwiſchen einer jedweden Rückkehr durchläuft, heißt er den *Raum des Vermögens*.

8. Dieſe Abwechſelung des Vermögens rührt von beyden Oberflächen einer jedweden dünnen Platte oder Theilgens her; weil ſie von deren Oberfläche abhängt; wie auch, wenn eine dieſer Oberflächen naß gemacht wird, die ſowohl von der Zurückwerfung als Brechung herrührenden Farben ſchwach

dem Punkte G perpendicular: ſo wird der Strahl, vermöge ſeiner Brechung, bey G, in alle ſeine beſondere Strahlen zertheilt, aus welchen er be-

Ji 5 ſtehet,

ſchwach oder blaß werden; welches denn zeigt, daß ſie von beyden bewürkt wird. Sie rührt daher von der zweyten Oberfläche her: denn wenn die erſtere die Urſache allein wäre, ſo könnte die zweyte nicht zugleich die Urſache ſeyn. Es beſitzt alſo der Strahl eine gewiſſe Würkſamkeit oder Vermögen, von der erſtern zu der andern Fläche fort geführt zu werden; weil, wenn es bey der andern nicht ſo wäre, es von der erſten nicht abhängen könnte.

9. Dieſe Würkung oder Vermögen hört zuweilen in ſeiner Fortſetzung oder Anhalten auf, und kommt in verſchiedenen Entfernungen und verſchiedenen Strahlen wieder zurück, fährt unter gleichen Winkeln, aus einer brechenden Oberfläche, in eben das Medium. Daher iſt aus dem N. 20, 21, in den vorhergehenden §phen angeführten Verſuche klar, daß, weil der violette Strahl ein Vermögen hat, bey ſeinem Einfalle auf die Luftplatte leicht durchgelaſſen zu werden, auch eben daſſelbe behielt, bey der entferntern Fläche, einen geringern Raum durchzulaufen, als der rothe Strahl in der Zeit ſeines bewegenden Vermögens: denn dieſe Zeiten verhalten ſich wie die Dicken der Gläſer mithin die Zwiſchenraume dieſer Fähigkeiten, wie die Zahlen 63, 68, 71, 76, $82\frac{1}{2}$, $88\frac{1}{2}$, $92\frac{1}{2}$, und 100, vor die von dem violetten bis zu dem rothen gehörigen Strahlen. (N. 32 des nächſt vorhergehenden §phen).

10. Wenn alſo ein Lichtſtrahl auf die Oberfläche eines Körpers fällt, und derſelbe ein Vermögen hat, leicht zurück geworfen zu werden, ſo wird er auch würklich zurückgeworfen; hat er aber ein Durchlaſſungsvermögen, ſo dringt er auch durch den Körper durch: und auf dieſe Weiſe bemerken wir, daß alle dicke durchſichtige Körper einen Theil des Lichts, welcher auf ſie fällt, zurückwerfen, den übrigen aber brechen.

11. Wenn wir uns daher vorſtellen, daß die Lichttheilgen, auch ſo gar in Vergleichung der allerkleinſten Theile der natürlichen Körper, ganz unbegreiflich klein ſind; ſo werden wir leicht die Urſache einſehen,

weswe-

ſtehet, und ein jeder derſelben zeigt ſich in dem Theile des Tropfens in ſeiner ihm eigenen Farbe; von welchen derjenige Strahl, welcher der Per-pendi-

weswegen ſie beſtändig durchgelaſſen werden können, wenn ſie auf die Oberfläche der durchſichtigen Körper fallen.

12. Ich habe im vorhergehenden kürzlich angemerkt, daß dieſe Oberflächen der durchſichtigen Körper das meiſte Licht zurückwerfen, welche die ſtärkſte brechende Kraft haben. Daher wirft das Glas, unter einem kleinen Einfallswinkel, das Licht gegen die Luft ſtärker zurück, als das Waſſer: denn in dem Glaſe beträgt dieſer Winkel nur 40°, 10′, in dem Waſſer aber 48° 55′. Mithin verhält ſich die brechende Kraft des Demants zu der in dem Glaſe, wie 34 zu 26 beynahe; und man bemerkt, daß jener Körper eine viel größere Menge des Lichts zurück wirft, als dieſer.

Tab. XXXIX. Fig. 3. 13. Hieraus erhellet, daß da keine Zurückwerfung der Strahlen ſeyn könne, wo zwey Mediums an einander grenzen, welche beyde eine gleich ſtarke brechende Kraft haben, denn es ſey HI ein einzelner Lichtſtrahl, welcher aus einem dichtern Medium AC in ein dünneres DE gehet; ſo iſt in dieſem Falle ein gewiſſer Schranken des Einfallswinkels HIK, in welchem der Strahl nach IG zurück geworfen wird. Wenn wir nun annehmen, das Medium AC habe eine abnehmende Dichtigkeit, ſo iſt die Grenze oder der Winkel HIK allemal deſto größer und nimmt zu; oder welches eben das iſt, der Strahl HI hat eine ſchiefere Lage, als HIK, daß er zurückgeworfen werden kann. Wenn alſo die Dichtigkeit des Medium AC der Dichtigkeit des Medium DE gleich wird, ſo iſt auch der Winkel AIK ſo groß, wie der Winkel DIK; mithin neigt ſich kein Strahl gegen die Perpendicularlinie KI, und kann daher in dieſen Fall eben ſo wenig zurückgeworfen werden.

14. Hieraus iſt die Urſache klar, weswegen ein durchſichtiges Weſen, welches durchgehens von einerley Art iſt, wie z. E. Waſſer, Glas, Chryſtall u. d. gl. an keinem andern Orte eine merkliche zurückwerfende Kraft hat, als in der Oberfläche, wo dieſe Körper an andere

pendicularlinie IG am nächſten iſt, roth erſcheint, weil er am wenigſten gebrochen wird: die übrigen aber, ſo wie ſie auf einander folgen, immer mehr und

re Mediums grenzen, die mit ihnen keine gleiche Dichtigkeit haben; wovon die Urſache iſt, weil alle ihre zuſammen liegenden Theile einen und eben den Grad der Dichtigkeit haben.

15. Auch ſiehet man hieraus, daß, weil ſich in den gemeinen Materien viele Zwiſchenräumgen oder Pori befinden, die entweder leer oder mit Mediums von ungleicher Dichtigkeit erfüllet ſind, daraus verſchiedene Zurückwerfungen der Lichtſtrahlen, an den Flächen dieſer Mediums von verſchiedener Brechung, entſtehen müſſen; weswegen denn die Körper ungleiche Farben haben und auch eben ſowohl in verſchiedenen Graden dunkel ſeyn müſſen. Wie z. E. das Waſſer zwiſchen den färbenden Körpergen, womit das flüßige Weſen vermiſcht iſt, eine verſchiedene Brechung verurſachet; wie auch die Luft, zwiſchen dem Waſſerkügelgen, welche die Wolken oder den Nebel erzeugen; und das Waſſer, die Luft und vielleicht noch andere zarte Media, zwiſchen den Theilen der feſten Körper, die Urſachen ſind, woraus ſowohl verſchiedene Farben als Grade der Dunkelheit entſtehen, indem die Lichtſtrahlen mit einander zurück geworfen, vermiſcht und gebrochen werden.

16. Die Theile der Körper und ihre Zwiſchenräumgen dürfen übrigens nicht kleiner ſeyn, als von einer beſtimmten Größe oder Dicke, wenn ſie entweder dunkel oder gefärbt ſeyn ſollen. Denn es iſt bereits im vorhergehenden geſagt, daß auch die allerdunkelſten Körper durchſichtig werden, wenn man ihre Theilgen nur ſattſam auflößt. Wenn alſo z. E. eine Waſſerblaſe dünne genug iſt, ſo verurſacht ſie nichts deſtoweniger keine merkliche Zurückwerfung der Strahlen und giebt auch daher keine Farben, ſondern läßt das Licht durch und ſcheint daher ſchwarz. Daher kommt es, daß, weil Waſſer, Salz, Steine und dergleichen, zu enge Zwiſchenräumgen haben, ſie keine Strahlen zurück

und mehr, wie wir es im vorhergehenden beſchrieben haben. Nun hat man aber durch Berechnung gefunden, daß der gröſſeſte Winkel SeO, oder

rückwerfen können, ſondern durchſichtig ſind und keine Farben geben.

17. Die durchſichtigen Theile der Körper werfen übrigens die Strahlen, ſo wie es ihre verſchiedenen Größen erfordern, zurück, laſſen die von einer andern Farbe durch, und zwar aus eben dem Grunde, als es die dünnen Platten oder Blaſen thaten; dieſes iſt ohne Zweifel der Grund und die Urſache aller ihrer Farben. Denn wenn eine ſolche dünne Platte in Stücken zerbrochen, oder in Fäden oder länglichte Stückgen von gleicher Dicke zerſchnitten wird, ſo haben ſie alle einerley Farbe. Mithin macht ein ganzer Haufen dieſer Stücken oder Fäden eine Maſſe, Pulver oder Staub aus, welcher eben die Farbe hat, wie die Platte oder Scheibe, ehe ſie noch zerſtückt wurde. Weil nun die Theile aller natürlichen Körper den Stücken einer Platte gleichen, ſo müſſen ſie auch aus eben dem Grunde die nehmliche Farbe haben.

18. Daß aber dieſem alſo würklich ſey, wird leichtlich aus der Uebereinſtimmung ihrer Eigenſchaften erhellen, denn die ſchön gefärbten bunten Federn der Vögel, wie z. E. in dem Schwanze des Pfauen, ſcheinen in eben demſelben Theile der Feder, verſchiedene andere Farben zu haben, wenn man nur das Auge nach einem andern Punkte wendet, eben ſo wie man ſie an den dünnen Platten bemerkt, von welchen wir N. 16 und 26 des vorhergehenden §phen Meldung gethan haben. Mithin entſtehen ihre Farben aus den dünnen und durchſichtigen Theilen der Federn, das iſt, aus den zarten und dünnen Theilen, oder Fäſergen, welche den Haaren ähnlich ſind, die an den Seiten der dickern Theile oder den Seiten Zweigen der Federn hervor wachſen.

19. Daher kommt es, daß die Gewebe einiger Spinnen, wenn ſie ſehr fein geſponnen ſind, bunt ſcheinen und die bunten Fibern einiger Arten von Seide, andere

oder EOP, (wenn man OP mit SE parallel zie-
het,) unter welchem diejenigen Strahlen, die am
meiſten gebrochen werden, zu dem Auge des Zu-
ſchauers

andere Farben annehmen, nachdem man das Auge in eine andere Lage hält.

20. Ein anderer Umſtand, worinnen ſie überein kommen, iſt dieſer, daß die Farben der verſchiedenen Arten der Seide, Tücher oder anderer Materien, welche das Waſſer oder Oel vollkommen durchdringen kann, ſchwächer oder dunkler werden, wenn man ſie in dieſes flüßige Weſen hinein taucht; alsdenn aber ihre vorige friſche Farbe wieder bekommen, wenn man ſie trocken werden läßt; auf eben die Weiſe, als wir ſolches N. 19, 30. des nächſtvorhergehenden §phen bemerkt haben.

21. Ein dritter Umſtand, in welchem die natürlichen Körper, was die färbende Eigenſchaft betrift, mit dünnen Platten oder Scheiben übereinkommen, iſt dieſer: daß ſie die eine Farbe zurückwerfen, die andere aber durchlaſſen. Daher ſiehet Blättergold, welches das Licht zurück wirft, gelb aus, alsdenn aber grün, wenn es das Licht durchläßt. Auf gleiche Weiſe wirft dasjenige flüßige Weſen, welches man auf das *Lignum nephriticum* gegoſſen hat, den blauen und indigfarbenen Lichtſtrahl zurück, und ſiehet daher helleblau aus; da es hingegen, wegen des gebrochenen Lichts, eine ſo hoch rothe Farbe hat. Eben dieſes kann man auch bey allen Arten des gemalten Glaſes bemerken.

22. Ferner: ſo wie dünne Platten, Scheiben oder Blaſen, unter verſchiedenen Dicken auch andere Farben von ſich geben, eben ſo geſchiehet auch dieſes von den Theilen der natürlichen Körper, an welchen man bemerkt, daß ſie ihre Farbe wenigſtens zum Theil ändern, wenn man ſie entweder zerſtößt oder in kleinere Theile auflöſt. Aus dieſer Urſache bekommen auch diejenigen Farben-Pulvers, welche die Maler gebrauchen, eine etwas andere Farbe, ſo bald man ſie ſtärker abreibt. Auch werden in allen chymiſchen Operationen die Farben des Queckſilbers merklich geändert, ſo bald deſſen Theile ſtärker aufgelöſet werden, ſo, daß
daſſel-

ſchauers O gelangen, 40°17′ iſt; und der gröſseſte FOP, unter welchen die am wenigſten gebrochenen Strahlen, zu dem Auge O kommen, 42°2′ beträgt.

daſſelbe bald roth, bald gelb, bald weiß ausſiehet. Die Maſſe des Kupfers aber, welche roth iſt, verkehrt ſich gleichfalls, und wird dunkelblau, ſo bald man es nur in ſauern Salzen auflöſt. Hieraus erhellet alſo ſowohl die Erzeugung als Veränderung der Farben, wenn man mit dem gefärbten Körper einen andern flüßigen und durchſichtigen vermiſchet. Daher bekommen die Wolken ſo verſchiedene zuſammengeſetzte und ſchöne Schattirungen, weil ihre Waſſerkügelgen, woraus ſie beſtehen, eine ſo verſchiedene Dicke haben.

23. Die Dicke der Körpertheilgen aber, von welchen ihre Farben herrühren, ſind durch eben dieſe Farben angezeigt. Daher verurſachen die allerkleinſten Lichttheilgen die violette Farbe, und die mindeſte oder allerdünneſte Dicke einer Luft oder Waſſerplatte bringt auch eher dieſe Farbe in allen Ringen hervor. Dahingegen entſteht die rothe Farbe von den dickeſten Lichttheilgen und eben dieſe Farbe wird ſowohl durch die Zurückwerfung als Brechung in dem dickſten Theile der Platte eines jeden Kreiſes hervor gebracht; die darzwiſchen liegenden Farben aber, wie z. E. die blaue grüne und gelbe, rühren von ſolchen Theilgen her, welche zwiſchen denen Theilgen, in Betracht der Dicke, gleichſam das Mittel ſind, aus welchen die rothe und violette Farbe entſteht.

24. Die Gröſse der Theilgen eines gefärbten Körpers kann daher beynahe aus den Farben gemuthmaaßet werden, welche derſelbe erzeugt: denn es iſt ſehr gewiß, daß ſie mit einer Scheibe oder Platte von eben der Dicke, auch eine gleiche Farbe geben, wenn ſie nemlich eine gleiche brechende Dichtigkeit haben; und weil ihre Theilgen meiſtentheils mit dem Waſſer oder Glaſe eben die Dichtigkeit zu haben ſcheinen, welches man aus vielen Umſtänden mit Grunde muthmaaßen kann; ſo dürfen wir nur auf unſere Tabelle oder Scala in dem nächſtvorhergehenden §phen N. 47, 48, 49, ſehen, aus welchem

beträgt. Weswegen denn alle Waſſertheilgen oder Tropfen zwiſchen dem Unterſcheide dieſer beyden Winkel EF alle diejenigen Farben zeigen, welche

welchen erhellet, was für eine Dicke ſowohl des Glaſes als Waſſers, eben dieſelbe Farbe giebt.

25. Will man alſo den Durchmeſſer eines Körpertheilgens wiſſen, welches mit dem Glaſe gleich dicht iſt, und die grüne Farbe der dritten Ordnung zurück wirft; ſo ſiehet man in erwehnter Tabelle unter dem Glaſe und gerade gegen der grünen Farbe in eben der Ordnung über, die Zahl $16\frac{1}{4}$: woraus denn erhellet, daß das Theilgen den $\frac{16\frac{1}{4}}{1000000}$ſten Theil der Dicke eines Zolles hat. Die übrige Schwürigkeit beſtehet alſo darinnen, daß man weiß, von was für einer Ordnung die Farbe des Körpers iſt: zu dieſem Ende aber müſſen wir abermal auf den erwehnten Entwurf aller Ordnung der Farben ſehen; und wenn wir das Parallellinial creuzweiſe über daſſelbe beſonders legen, ſo bemerken wir diejenigen, welche von andern nach einer jedweden Ordnung zuſammen geſetzt, und folglich am meiſten lebhaft und ſtark ſind.

26. Daher kann man aus der Scharlach- und andern rothen Farben der orange und gelben, wenn ſie rein, unvermiſcht und ſtark erſcheinen, ſchlüßen, daß ſie von der zwoten Ordnung ſind. Die verſchiedenen Arten der grünen Farbe können immer von der vierden Ordnung ſeyn; die von der dritten aber ſind die beſten. Die Blauen und Purpurfarbenen, können von der zwoten oder dritten Ordnung ſeyn; die beſten und am wenigſten vermiſchten aber ſind die von der dritten. Die weiße, wenn ſie recht hell und glänzend iſt, von der erſten Ordnung; iſt ſie aber nicht ſo ſtark und helle, ſo beſteht ſie in einer Vermiſchung von den Farben verſchiedener Ordnungen.

27. Die rothen Farben, wie z. E. der Carmin, Zinnober, einige Nelken- und Roſenfarben, ſind von der zwoten Ordnung, die grüne Farbe von allen Gewächſen iſt von der dritten Ordnung; ſo iſt auch das Ultramarin ein

che man durch das Priſma ſiehet und den untern Bogen in den Wolken ausmachen.

Wenn der Strahl nicht bey G aus dem Tropfen heraus gehet, ſondern bey H zum zweytenmale

ein blau von der dritten Ordnung das Biſenblau aber, von der zwoten Ordnung, und die himmelblaue Farbe ſcheint von der erſten Ordnung zu ſeyn. Das Gold hat eine gelbe Farbe der zwoten Ordnung. Die Weiße des Papiers der Leinwand des Schaumes, Schnees, Silbers u. d. gl. iſt von der erſten Ordnung, wovon man des Herrn Newton Obtik S. 230-237 mit mehrerm nachleſen kann.

28. Es iſt im vorhergehenden (N. 41 des XXſten §phen) bereits angemerkt, daß die weiße Farbe entſtehet, wenn alle Farben überhaupt mit einander vermengt werden, welches man auch bereits durch viele Verſuche erwieſen hat. Daher fällt die weiße Farbe des Sonnenlichts ein wenig ins Gelbe, weil es aus allen übrigen Strahlen der Farben zuſammengeſetzt iſt, unter welchen aber die gelbe die glänzendſte iſt. Wenn daher dieſe Strahlen entweder durch das Priſma von einander abgeſondert, oder mit einem breiten Linſenglaſe aufgefangen werden, welches eine lange Brennweite hat; ſo werden ſie alle mit einander auf einen kleinen runden Fleck zuſammen geworfen, und erſcheinen in einer weißen Farbe. Macht man daher ein Pulver von Malgolde, rother, blauer Farbe, Grünſpan, und miſcht ſie in gehöriger Verhältniß unter einander: ſo hat die Vermiſchung, wenn die Sonne drauf ſcheint, eine vollkommen weiße Farbe.

Tab. XXXIX. Fig. 4. 29. Der aller angenehmſte und ganz beſondere Verſuch aber, wodurch dieſes bewieſen wird, iſt nachfolgender: Man theilt den Umfang eines Cirkels in die Theile AB, BC, CD, DE, EF, FG, und GA, ſo, daß ſie ſich zu den Unterſcheiden ihrer Längen verhalten, wie die muſicaliſchen Saiten in einer Octave, oder wie die Zahlen $\frac{3}{2}$, $\frac{9}{6}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{9}{8}$, und 1. Wenn man alsdenn einen andern Cirkel *a b c d e f g* in einer geringen Entfernung mit dem vorigen parallel ziehet, dieſe Theile

male zurück geworfen, daſelbſt nach der Richtung HS gebrochen wird, und den Winkel SYA mit dem einfallenden Strahle AN macht, ſo färbt er den Theil H mit allen Farben des

le des Kreiſes oder Ringes mit den vornehmſten Farben ſo überſtrichen werden, wie ſie jedweden eigen ſind, das iſt der Theil von A bis B mit roth, B bis C mit orange, und ſo die übrigen, wie es aus der Figur erhellet; der innere Zwiſchenraum aber recht ſchwarz; und alsdenn dieſen Kreis oder Ring recht geſchwind um ſeinen Mittelpunkt, gleich einem jedweden andern Rade oder Kräuſel, in die Runde drehen läßt; ſo erſcheint er durchgehens ſehr weiß, beſonders, wenn die Sonne darauf ſcheint. Denn in dieſem Falle werden die Farben, indem man darauf ſiehet, gar zu geſchwind unter einander geworfen; weswegen ſie denn zuſammen nothwendig weiß ausſehen müſſen.

30. Dahingegen iſt die ſchwarze Farbe nichts anders, als eine Abweſenheit aller und jeder Farben überhaupt: denn man hat angemerkt, daß in dem Mittelpunkte der Farben des Ringes, ſowohl in den Luft- als Waſſerſcheiben, ſich ein ſchwarzer Fleck gezeigt hat, welcher von der Durchlaſſung des Lichts in eben dieſem Theile herrührte, und mithin einen gänzlichen Mangel aller Farben verurſachte.

31. Dieſes aber bemerkt man nur an dem Theile der Luftſcheibe oder Waſſerblaſe, wo ſie am dünneſten iſt; und daher kommen wir auch auf die Gedanken, daß die Theilgen der ſchwarzen Körper viel kleiner und zarter ſind, als die Theilgen derer, welche Farben machen. Hieraus ſehen wir die Urſache, warum das Feuer und nächſt dieſem auch noch das noch ſtärkere Auflöſungsmittel, die Faulung nehmlich, durch die Veränderung der Theilgen, dem Körper eine ſchwarze Farbe giebt; warum ein Scheermeſſer, wenn es auf dem Steine geſtrichen wird, das Oel ebenfalls ſchwarz färbt; weswegen eine kleine Quantität ſchwarzer Materie eine groſſe Menge anderer Materie ſo ſtark erhöhen oder verdunkeln kann; weswegen ſchwarze Materien am erſten unter allen andern von dem Sonnen-

des Lichts, aber in einer von der vorhergehenden verkehrten Ordnung und aus der Urſache, ungleich ſchwächer, weil die Strahlen beſtändig etwas von ihrer Farbe verliehren, wenn ſie zum zwey-

lichte erhitzt werden und brennen; weswegen ſie ſo weich ſind, und im Finſtern Funken von ſich geben, wenn man ſie mit der Hand nachdrücklich ſtreicht; warum ein ſchwarzes Tuch, wenn es feucht iſt, eher trocken wird, als ein weißes; auch die meiſten ſchwarzen Körper, zugleich eine etwas bläuliche Farbe haben: und ſich viele andere Erſcheinungen von dieſer Art, hieraus erklären laſſen.

32. Aus dem, was wir geſagt haben, wird man das newtonſche Verfahren, die der Vermiſchung und Auseinanderſetzung der Farben betreffend, leicht einſehen, wenn wir nur noch vorher erinnern, daß diejenige Farbe, welche aus der Vermiſchung der vornehmſten Grundfarben entſteht, nichts anders, als eine Würkung iſt, in welcher eine jedwede der erwehnten Grundfarben einen eben ſo großen Antheil hat, als die Menge ihrer Materie beträgt. Mithin hat dieſe zuſammengeſetzte Farbe mit dem gemeinſchaftlichen Schwerpunkte, zwiſchen zwoen gegen einander würkenden Kräften, eine ziemliche Aehnlichkeit: denn ſo wie dieſer Schwerpunkt der ſtärkſten Kraft allemal am nächſten iſt, ſo hat es auch mit der zuſammengeſetzten Farbe eben die Bewandtniß: denn in dieſer erſcheint diejenige Grundfarbe, allemal am meiſten und ſtärkſten, welche den größeſten Theil der Vermiſchung ausmacht.

33. Wenn man alſo wiſſen will, was für eine Farbe daraus entſteht, wenn man zwey Theile gelb und drey Theile blau mit einander vermiſcht; ſo darf man nur von der Mitte H des gelben Bogens CD, zu der Mitte I des blauen EF, eine gerade Linie HI ziehen und ſie in fünf gleiche Theile theilen, davon drey von dem Punkte H, oder zween von dem Punkte I nehmen; ſo hat man den Punkt K, durch welchen man die Linie LN ziehen kann, welche bey L eine Farbe zeigt, die grün iſt, und zwar zugleich, um wie viel näher ſie in das Blaue fällt, als in das Gelbe: weswegen denn ein bläu-

zweyten male gebrochen werden. Auch hat man gefunden, daß der kleinſte Winkel SGO oder GOP, unter welchem die am wenigſten gebrochenen Strahlen zu dem Auge O gelangen können, nachdem

bläulicht grün heraus kömmt, weil der Punkt L, welcher dieſes andeutet, dem Blauen näher liegt, als dem Gelben.

34. Ferner: wenn es zu wiſſen verlangt wird, was für eine Farbe durch die Vermiſchung heraus kömmt, in welcher zween Theile gelbe und drey Theile blaue und fünf Theile rothe Farbe mit einander vermengt ſind; ſo iſt klar, daß, weil wir bereits den Punkt K für die beyden vorhergehenden Quantitäten der vermiſchten Farbe beſtimmt haben, und welche zuſammen fünf Theile ausmachten: über dieſes fünf Theile rothe Farbe vorhanden ſind, wir nur noch eine Linie MK ziehen, ſie in P in zween gleiche Theile theilen, durch P aber die gerade Linie NO ziehen dürfen, welche, weil ſie auf den orangefarbenen Theil trift, dem rothen aber näher iſt, dadurch andeutet, daß die Farbe eine ins Rothe fallende Orangenfarbe iſt. Eben ſo kann man auch in allen andern ähnlichen Fällen verfahren.

35. Ferner muß man beobachten, daß die Farbe allemal deſto mehr oder weniger unrein und unvollkommener iſt, nachdem der Punkt K oder P, dem Mittelpunkte N, wo die weiße Farbe vorgeſtellet wird, entweder näher fällt, oder weiter von demſelben an die Peripherie: das iſt, je weiter der Punkt K von L gegen N fällt, deſto unreiner, trüber und ſchmutziger iſt auch in dieſem Falle die grüne Farbe.

36. Wenn es dahingegen zu wiſſen verlangt wird, was für Farben genommen werden müſſen und in welcher Menge, durch die Vermiſchung die blaulicht grüne bey K zu erhalten; ſo darf man nur durch den Punkt K die Linie HI ziehen, ſo zeigt ſie, daß man die Theile des gelben und blauen in eben der Verhältniß nehmen dürfe, welche IK und KL gegen einander haben: da denn dieſelben, wenn ſie mit einander vermiſcht werden, das bey K gegebene Grüne hervor bringen. Auch zeigt die Linie LN, welche durch eben den Punkt K geht,

ſie zweymal zurückgeworfen und eben ſo vielmal gebrochen ſind, 50°57′ macht, und der kleinſte Winkel HOP, unter welchem der am meiſten gebrochene Strahl zu dem Auge gelangen kann,
in

geht, daß eine gewiſſe Menge des ächten Grünen und Weißen, und zwar in der Verhältniß wie NK zu LK, durch die Vermiſchung eben die grüne Farbe bey K hervor bringe.

37. Was wir bisher geſagt haben, gehet blos die Theorie und die aus dem Sonnenlichte entſtehenden Farben an: mithin dürfen wir nicht in allen Stücken eine ſo gar große Genauigkeit fordern, und zwar aus folgenden Urſachen. 1) Weil die Pulvers, welche zu den künſtlichen Vermiſchungen gebraucht werden, eine verſchiedene Zurückwerfung des Lichts haben: denn die weißen oder hellen Materien werfen mehr Licht zurück, als die dunkeln; mithin muß es mit der Menge derſelben, oder nachdem man mehr oder weniger davon nimmt, eben die Bewandtniß haben. Vermiſcht man 2) verſchiedene Körper mit einander, ſo äußert ſich auch zwiſchen ihnen eine Würkung auf einander; wenn nun ihre Theilgen eben dadurch entweder zarter oder dicker werden, ſo erhält man auch allemal ganz andere Farben, als man es von einer Vermiſchung ſolcher Körper oder deren Theilgen, erwarten kann, welche keine Würkung auf einander haben. 3) Weil alle künſtliche Farben an ſich entweder mehr oder weniger zuſammen geſetzt ſind, und daher keine ſolche Würkung äußern können, wie eine ächte unvermiſchte und Grund- oder Hauptfarbe. Dieſer angegebenen Ausnahmen ungeachtet aber, wird die gegenwärtige Theorie, wenn ſie gehörig verſtanden und wohl erwogen wird, den Malern ſehr nützlich ſeyn.

38. Zuletzt werde ich dieſe Theorie noch darzu anwenden, verſchiedene Erſcheinungen von andern Farben dadurch zu erläutern und zu erklären. Denn wenn man die mineraliſchen Waſſer unterſuchen will, ſo iſt es gewöhnlich, um es auszumachen, ob ſie Salz oder beſonders ſauere, kaliſche oder mittel Salze ent-
halten,

iſt in dieſem Falle 54°7′. Weswegen denn alle Farben des äußern Bogens in denen Tropfen von G bis H, welches die Breite dieſes Bogens, nemlich 3°10′ iſt, erzeugt werden; dahingegen

halten, daß man Violenſyrop hinein gießt; da alsdenn, wenn ein ſaueres Salz darinnen ſteckt, der Syrop roth wird, weil die Theilgen verdünnet werden; ſo, daß, wenn er eine Purpurfarbe der dritten Ordnung hat, das ſauere Salz ihm eine rothe Farbe von der zwoten Ordnung giebt, weil die Theilgen, welche dieſe Farbe zurück werfen, von der nächſt kleinern Größe ſind.

49. Ferner: wenn das kaliſche Salz häufig in dem Waſſer iſt, die Vermiſchung alsdenn grün wird: denn indem das gedachte Salz die Theilgen verdicket, ſo nehmen ſie in ihrer Größe in ſo fern zu, daß ſie ſo dick werden, wie die grünen Theilgen von der dritten Ordnung; folglich muß der Syrop und mithin die Vermiſchung, eben dieſe Farbe annehmen. Steckt aber eben ſo wenig ein ſauers als kaliſches Salz in dem Waſſer; ſo wird es ſo wenig grün, als roth.

40. Daher kommt es, daß, wenn der Rauch oder zarte Dampf von einem ſehr ſauern Weſen, wie z. E. Scheidewaſſer, an ein grünes Tuch kommt, daſſelbe aus der Urſache blau wird, weil dieſe eben diejenige Farbe iſt, welche aus denen Theilgen entſteht, die, in Anſehung der Größe, die nächſt kleinern ſind. Läßt man aber auf ein Stück Tuch das ſauere Salz in Tropfen fallen, ſo würkt es noch ſtärker, und verdünnet die Theilgen mehr; woraus denn gar eine gelbe Farbe der nächſt vorhergehenden Ordnung entſteht, deren Theilgen noch kleiner ſind, als die Theilgen der vorerwehnten blauen. Auf eben die Weiſe kann dieſe Theorie weiter ausgedehnt und viel andere Erſcheinungen von eben der Art daraus erkläret werden.

41. Endlich: weil ein Gegenſtand alsdenn ſichtbar wird, wenn er unter einem Winkel von einer Minute erſcheint, und derſelbe in dem Brennpunkte eines Linſenglaſes geſehen werden kann; ſo wollen wir annehmen,

die Breite des andern nehmlich EF nur 1° 45′, und die Entfernung zwiſchen beyden Bögen von F bis G, 8° 55′ macht. Und dieſes würde die Weite der Bögen ſeyn, wenn die Sonne ein Punkt wäre; weil ſie aber unter einem Winkel von 30′ erſcheint, ſo iſt klar, daß ein jeder Bogen, um eben ſo viel breiter geſehen, und die Weite von einander vermindert werden muß. [CXXII.]

Die

men, der Brennpunkt eines ſolchen Glaſes ſey $\frac{1}{10}$ Zoll (weil ſie doch ſchon ſo klein gemacht ſind), und ſo findet man durch die Berechnung, daß, wenn ein Gegenſtand in dem Brennpunkte dieſes Glaſes, unter einem Winkel von einer Minute erſcheint, ſeine Breite 0,0000097 Theile eines Zolles betrage. Mithin iſt der Durchmeſſer eines Theilgens, welches kleiner iſt, als der Durchmeſſer eines gefärbten Theilgens (die von der erſten Ordnung aber ausgenommen,) in dem Brennpunkte eines ſolchen Linſenglaſes ſichtbar. Folglich müßten die Theilgen aller gefärbten Körper, vermittelſt eines ſolchen Glaſes, ſichtbar ſeyn; wo nicht die Theilgen von gleicher Dicke eben die Farbe hätten, und alle ſo ſehr kleine Theilgen zugleich durchſichtig wären. Woraus denn folgt, daß, ob ſie gleich dick genug ſind, daß ſie geſehen werden können, es uns doch vielleicht an dem Unterſcheide der Farben und andern Mitteln fehlt, wodurch ſie dergeſtalt deutlich werden, daß wir ſie einzeln betrachten können. Und Herr Newton hält dafür, daß die Entdeckung dieſer Körpergen, vermittelſt des Vergrößerungsglaſes, die allervorzüglichſte Verbeſſerung in dieſer Wiſſenſchaft ſeyn würde: denn es ſcheint aus der Urſache unmöglich zu ſeyn, daß wir die Geheimniſſe und edeln Werke der Natur in den Körpergen genauer betrachten können, weil ſie durchſichtig ſind.

[CXXII.] 1. Nachdem wir die Theorie von der verſchiedenen Brechung der Lichtſtrahlen, und die hieraus folgende Theorie von den Farben erklärt haben; ſo wird es nunmehr leicht ſeyn, die natürliche Urſache des Regenbogens einzuſehen, weil dieſelbe bloß auf

den

Die gefärbten Ringe rühren von den Licht-ſtrahlen her, welche zu dem Auge gelangen, nach-

 dem

den vorher angegebenen Eigenſchaften des Lichts beruht. Denn, ob man es gleich längſt angemerkt hatte, daß der Regenbogen von den Sonnenſtrahlen verurſacht würde, wenn dieſelben auf die Regentropfen in der Luft fielen, und es auch ſogar vor des Herrn Newtons Zeiten ſchon entdeckt und ausgemacht war, daß dieſes eine Würkung des Sonnenlichts ſey, wenn es in den Waſſerkügelgen ſowohl mehrere mal gebrochen als zurück geworfen würde, wie wir ſolches zuerſt aus des Herrn Antonius de Dominis, Erzbiſchofs zu Spalato Werke ſehen, welches im 1611. Jahre heraus gekommen iſt, wie auch nach ihm aus den Schriften des Carteſius; ſo war doch niemand im Stande, die Urſache zu erklären, woher die verſchiedenen Farben kämen; wie auch, warum die Farben genau in einer umgekehrten Ordnung in zween Regenbogen erſchienen; am allerwenigſten aber, vor dem Herrn Newton, ein zuverläßiges Verfahren anzugeben, aus welchem ſie berechnet werden könnten.

2. Wenn wir aber die verſchiedenen Eigenſchaften dieſer ſehr merkwürdigen Beſchreibung recht einſehen wollen, ſo müſſen wir auf folgende beſondere Umſtände mit aller Sorgfalt Acht haben. Erſtlich, daß, obgleich ein jedweder ſolcher Bogen, ſowohl von dem gebogenen als zurückgeworfenen Lichte, wenn es auf die Regentropfen fällt, herrührt, doch niemals einer von ſolchen Strahlen entſtehen kann, welche auf einen Theil des Tropfens ohne Unterſcheid, ſondern nur blos von denen, die auf die Oberfläche des Tropfens BLQG einfallen: denn die, welche näher gegen B fallen, oder auch weiter gegen den Punkt L, kommen bey dieſer Erſcheinung in keine Betrachtung. Tab. XLVIII. Fig. 2.

3. Zweytens; daß der innere Bogen von zwoen Brechungen und einer Zurückwerfung des Lichts entſtehe. Denn die erſte Brechung rührt von den Strahlen her, die in der Strecke AN, oder derſelben ſehr nahe, einfallen; von welchem Punkte N ſie alsdenn bis zu dem gemeinſchaftlichen Brennpunkte F gebrochen, von hier

aber

dem ſie entweder in den Regentropfen, oder kugelförmigen Hagelkörnern zweymal gebro-chen

aber nach G zurück geworfen werden, in welchem Punkte ſie die zwote Brechung leiden, gegen den Punkt R wieder aus dem Tropfen herausfahren, und die verſchiedenen Farben des Regenbogens verurſachen.

Tab. XL. Fig. 1. 4. Drittens, iſt es nothwendig, daß alle Strahlen mit einander gegen den Punkt F gebrochen werden, und nachdem ſie von hier ſämtlich gegen G zurück geworfen werden, parallel ausfahren, und in nöthiger Menge die Empfindung von den Farben auf eine ſo nachdrückliche als lebhafte Art erregen. Dieſes aber können nur diejenigen Strahlen allein verurſachen, welche auf das Regenkügelgen oder den Tropfen, nicht weit von dem Punkte N einfallen; wie ſolches aus folgenden Gründen erhellen wird: denn

5. Viertens, muß der Punkt F den Bogen QF zu einem Maximum machen, das iſt, die Entfernung QF von der Achſe des Tropfens SQ, größer ſeyn, als eine jedwede andere Entfernung des Punktes, von welchem andere Strahlen, die entweder näher gegen der Achſe einfallen, wie z. E. SD, SE, oder auch weiter von derſelben, wie SH, SI, zurück geworfen werden; weil die, welche näher ſind, nach der erſten Brechung, in ſolche Punkte auf der verlängerten Achſe fallen, die weiter entfernt ſind, als der Punkt, zu welchem der Strahl SN geht. So wie nun jener ihre Entfernung von der Achſe zunimmt, ſo entfernen ſich auch die Reflectionspunkte P und O ebenfalls immer weiter von derſelben, bis endlich der Strahl nach SN einfällt. Worauf alſo diejenigen Strahlen, welche von der Achſe weiter entfernt ſind, wie z. E. SH, SI, gegen d.. Punkte X, Y gebrochen werden, die der Achſe immer näher liegen: welches denn die Urſache iſt, daß die Entfernungen der Punkte der Zurückwerfung, an der entfernteſten Seite des Kropfens, von F gegen Q, wieder abnehmen.

6. Woher es denn fünftens nothwendig kommen muß, daß einige Strahlen über oder unter dem Strahle SN, auf eben den Punkt O oder P, an der entferntesten

chen ſind; welches Licht alsdenn am ſtärkſten ſeyn muß, wenn die Entfernung von der Sonne oder

ſten Seite fallen, und aus eben dieſer Urſache von hier dergeſtalt zurück geworfen werden, daß, nachdem ſie in dem Tropfen gebrochen ſind, aus demſelben wieder parallel heraus fahren. Es falle demnach z. E. SE unterwerts, SH aber über dem Strahle SN ein, beyde aber werden nach dem Punkte O gebrochen; ſo werden ſie von hier nach M und L zurück geworfen, und fahren daſelbſt zwar parallel wieder heraus, aber ein jedweder allein; denn ſie werden von den Zwiſchenſtrahlen SN, welche nach einem andern Punkte F gehen, und in einer andern Richtung G zurück geworfen werden, getrennt; dieſe Strahlen SN gehen zwar an einer andern Seite heraus, aber nicht zwiſchen den erwehnten, oder wie ſie auf den Tropfen einfielen: welches alles aus der Betrachtung der Figur deutlich iſt.

7. Sechſtens: weil es nun mit allen denen Strahlen, welche dem Strahle SN unendlich nahe einfallen, eben die Bewandtniß hat; ſo iſt klar, daß, wenn ſie von den Zwiſchenſtrahlen getrennt werden, ihre Dichtigkeit in ſo fern vermindert werden müſſe, daß ſie keine Empfindung der Farben erregen können. Dieſes iſt die Urſache, weswegen man ſie unwürkſame Strahlen nennt, um ſie von denen zu unterſcheiden, welche, wie geſagt, dem Strahle NS ſehr nahe einfallen, von eben dem Punkte F zurück geworfen, und nicht, gleich denen übrigen, zerſtreuet werden; ſondern mit einander bey G dergeſtalt aus dem Tropfen wieder heraus fahren, daß, weil ſie mit einander parallel ſind, eben die Dichtigkeit wie der Strahl SN haben, und daher eine lebhafte Vorſtellung der Farben gewehren können; weswegen ſie denn würkſame Strahlen genennt werden.

8. Nachdem wir dieſes haben voran gehen laſſen, ſo müſſen wir nunmehr die mathematiſchen Gründe zeigen, auf welchen die Berechnungen dieſer Erſcheinung beruhen, und zwar ſo, wie ſie Herr Halley in einer gar ſchönen und leichten Zeichnung geliefert hat, welche

dem Monde ohngefehr 26° beträgt, oder auch etwas weniger, wenn dieſe Körner, wie ſie öfters zu

che von dem Herrn D. Morgan, ehmaligem Biſchofe zu Ely, erklärt und erleichtert worden ſind. Es ſeyn NS, *ns* zween würkſame und auf den Tropfen einfallende Strahlen. Wenn dieſe in den Punkten N und *n* bis zu dem Punkte F gebrochen, von hier aber nach G und *g* zurückgeworfen werden, ſo ſind die Theile NF, Tab. XL. Fig. 2. *n*F an der einen Seite in dem Tropfen denen an der andern Seite, FG und F*g* gleich: welches ſowohl aus der Natur des Cirkels, als den Einfallswinkeln CFN und CF*n* klar iſt, die allemal den Reflectionswinkeln CFG und CF*g* gleich ſind. Weil nun die Theile in dem Tropfen einander gleich ſind, und eine ähnliche Lage haben, ſo behalten ſie auch dieſe außer demſelben; und ſo wie die Strahlen SN und *sn* mit einander parallel waren, ſo werden auch GR und *gr* mit einander parallel ſeyn.

9. Man ziehe daher von dem Mittelpunkte C die Halbmeſſer CN, C*n*, und CF; ſo iſt der Winkel CNF = dem Brechungswinkel CFN, und der kleine Bogen N*n* iſt das Differenziale des Einfallswinkels BCN; weil er nun NC*n* an dem Mittelpunkte miſſet, ſo iſt er auch noch einmal ſo groß, als der Bogen für den Winkel an der Peripherie NF*n*, welcher das Differenziale des Brechungswinkels NFC iſt.

Fig. 3. 10. Ferner falle der Strahl SN in dem Untertheile des Tropfens ein, und werde zweymal innerhalb demſelben, bey F und G, zurück geworfen; ſo iſt der Strahl NF = dem Strahle FG, und der Bogen NF = dem Bogen FG. Man ziehe demnach *fg* mit FG parallel, ſo iſt dieſer der zurück geworfene Theil von einem Strahle *sn*, deſſen ſchiefe Lage gegen den Tropfen von der Beſchaffenheit iſt, daß er den Strahl NF in ſeiner Brechung ſchneidet, welches nothwendig geſchehen muß, weil er ein wenig ſchiefer einfällt, als SN (N. 6.). Mithin iſt auch der Theil *nf* = *fg*, der Bogen *nf* = dem Bogen *fg*, und der kleine Bogen F*f* = G*g*.

11. Da=

zu ſeyn pflegen, ein wenig platt ſind. Hat aber der Hagel ſeine gehörige runde Geſtalt, ſo ſind die

11. Daher iſt 2Ff = (Ff + Gg = dem Bogen FG, — dem Bogen fg = dem Bogen NF — dem Bogen nf =) Nn — Ff; mithin Nn = 3Ff. Das iſt, das Differenziale des Einfallswinkels iſt dreymal ſo groß, als das Differenziale des Brechungswinkels. Auf eben die Weiſe wird gewieſen, daß nach 3, 4, 5 u. ſ. f. Zurückwerfungen der Strahlen das Differenziale des Einfallswinkels 4, 5, 6 u. ſ. f. mal ſo groß ſey, als das Differenziale des Brechungswinkels.

12. Wenn wir daher den Einfallswinkel eines würkſamen Strahls, nach einer gegebenen Anzahl von Zurückwerfungen, finden wollen, ſo dürfen wir nur erſt einen Winkel beſtimmen, deſſen zunehmendes Differenziale eben die Verhältniß zu dem zugehörigen und in eben der Zeit entſtehenden Differenziale des Brechungswinkels hat, wie die um eins vermehrte Anzahl der Zurückwerfungen, das iſt, wie n + 1 zu 1. Nun verhalten ſich aber dieſe zunehmenden Differenzialen, wie die Tangenten derer ihnen zugehörigen Winkel direct, welches auf folgende Art erwieſen wird.

13. Es ſeyn ACD und ABD die angegebenen Einfalls- und Brechungswinkel; und man ſtelle ſich vor, die Linie AC bewege ſich um den Punkt A in eben der Fläche, in welcher dieſe Winkel ſind; ſo beſchreibt das äußere Ende C den Cirkelbogen Cc; und wenn AC in die Lage Ac gekommen iſt, ſo iſt die Linie BD eben dadurch in die Lage Bd gelangt. Nun ziehe man cD; ſo iſt der Winkel ACD = dem Winkel ABC + dem Winkel CAB, und der Winkel Acd = dem Winkel ABc + dem Winkel cAB. Weswegen denn der Ueberſchuß Acd über ACD, oder der Zuwachs von ACD, den beyden Winkeln CBc und CAc gleich iſt. Weil aber der Winkel AcC nur um unendlich wenig von einem rechten verſchieden iſt, ſo geht der Cirkel, welchen man über den Durchmeſſer AC beſchreibt, durch die beyden Punkten D und c; mithin ſind die beyden Winkel CAc und CDc (weil ſie auf eben dem Bogen Cc des gedachten Cirkels ſtehen,) einander gleich. Tab. XL. Fig. 4.

Weswe-

die Ränder gefärbt oder bunt; erſcheinen aber alsdenn in denen am wenigſten gebrochenen Strahlen

Weswegen denn der Zuwachs von ACD = den beyden Winkeln CB*c* + dem Winkel BD*c* = D*cd*. Die entſtehenden Differenzialwinkel D*cd* und DB*c* aber verhalten ſich, wie ihre Sinus, das iſt, wie die ihnen gegenüber ſtehende Seiten BD und D*c* = DC, weil der Winkel CD*c* unendlich klein iſt. Es verhält ſich alſo BD : CD = DE : DA (weil die Linien BE und AC parallel ſind,) = wie die Tangente des Winkels (EBD =) ACD : zu der Tangente des Winkels ABD. Mithin der Zuwachs D*cd* des Winkels ACD zu dem Zuwachſe CB*c* des Winkels ABD (welcher zu gleicher Zeit entſteht,) wie die Tangente des erſtern zu der Tangente des letztern direct.

Tab. XL. Fig. 5. 14. Iſt alſo die Verhältniß des Einfallswinkels I zu dem Sinus der Brechung R gegeben; ſo können wir auch die Einfalls- und Brechungswinkel eines würkſamen Strahls, nach einer gewiſſen Anzahl von Zurückwerfungen n, folgendermaaßen finden. Denn man nehme über der geraden Linie AC die Proportion AC : AD = I : R an; und über dieſes AC : AE = n + 1 : 1. Ueber dem Durchmeſſer EC beſchreibe man den halben Cirkel EBC, und aus dem Mittelpunkte A, mit dem Halbmeſſer AD, den Bogen DB, welcher den Cirkel in B ſchneidet. Ueber dieſes ziehe man AB und BC, und die Perpendicularlinie AF gegen die bis F verlängerte Linie CB; ſo ſind ABF und ACF der verlangte Einfalls- und Brechungswinkel.

15. Denn wenn man BE mit AF parallel zieht, ſo ſind die Dreyecke ACF und ECB einander ähnlich. Nun verhält ſich aber der Sinus des Winkels ABC oder ABF, zu dem Sinus des Winkels ABC, wie AC zu AB = AD, das iſt, wie I zu R; iſt alſo ABF der Einfallswinkel, ſo iſt ACF der Winkel der Refraction. Außer dieſem verhält ſich das angehende oder zunehmende Differenziale von ABF zu dem von ACB, (welches in eben der Zeit entſteht,) wie CF zu BF (N. 13.). Das iſt, wie CA zu AE (vermöge der ähnlichen Dreyecke,) oder wie n + 1 zu 1, (wegen der Conſtruction.)

Strahlen roth; in denen aber auswendig blau, welche am wenigſten gebrochen werden.

Die

ction.) Mithin iſt die Verhältniß zwiſchen dem entſtehenden Differenziale des Einfallswinkels ABF, und Brechungswinkels ACB, eben diejenige, welche zwiſchen dem Einfalls- und Brechungswinkel vor die würkſamen Strahlen nach einer gewiſſen Anzahl von Zurückwerfungen, (N. 12.) zu wiſſen verlangt wurde; und die Winkel ABF und ACF die geſuchten: welches erwieſen werden ſollte.

16. Aus dieſer Conſtruction können wir des Herrn Newtons Regel, vor die Beſtimmung des Einfallswinkels ABF, die er uns in ſeiner Optik S. 148, 149. angiebt, leicht herleiten, und welche darinnen beſteht. Im Vorhergehenden hatten wir AC : AB = I : R; weswegen denn $AC = \frac{I}{R} \times AB$; wie auch CF: BF = $n + 1 : 1$; folglich $CF = (n+1) \times BF$, oder (wenn wir $n + 1 = m$ ſetzen,) $CF = m \times BF$; und, wegen des rechten Winkels bey F, iſt $(AC)^2 - (CF)^2 = (AB)^2 - (BF)^2$, das iſt,

$$\frac{II}{RR}(AB)^2 - m^2 (FB)^2 = (AB)^2 - (BF)^2;$$

folglich $m^2 (FB)^2 - (FB)^2 = \frac{II}{RR}(AB)^2 - (AB)^2$; und mithin

$$\frac{FB}{AB} = \sqrt{\left(\frac{II - RR}{m^2 RR - R}\right)}.$$

17. Weil nun aus dem erſten Bogen die Strahlen wieder heraus fahren, nachdem ſie einmal gebrochen ſind, ſo haben wir $n = 1$, $m = 2$, $m^2 = 4$, $m^2 - 1 = 3$; mithin iſt $\sqrt{(3R^2)} : \sqrt{(II - RR)} = AB : BF$ = wie der Halbmeſſer: zu dem Coſinus des Einfallswinkels. In dem zweyten Bogen aber, wo es zwo Reflectionen giebt, iſt $m^2 - 1 = 8$; weswegen denn $\sqrt{(8RR)} : \sqrt{(II - RR)} = AB : BF$. In dem dritten Bogen, nach dreyen Zurückwerfungen, $m^2 - 1 = 15$; und $\sqrt{(15RR)} : \sqrt{(II - RR)} =$ AB : BF;

Die Urſache, weswegen daſelbſt beſtändig ein

AB : BF; u. ſ. f. für eine jedwede andere Anzahl von Zurückwerfungen.

18. Um aber die Werthe von I und R zu finden, ſo muß man ſich erinnern, daß wir erwieſen haben, die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels ſeyn unveränderlich (XCVI, 13.), und mithin ihr Ueberſchuß in verſchiedenen Mediums, ebenfalls in einer unveränderlichen Verhältniß. So haben wir z. E. dargethan, daß bey denen Strahlen, welche aus dem Glaſe in die Luft fahren, und am wenigſten gebrochen werden, I : R = 50 : 70 ſey; mithin der Ueberſchuß R über I in dieſem Falle 27 iſt. Entſteht aber die Brechung, wenn der Strahl aus dem Regenwaſſer in die Luft geht; ſo haben wir I : R = 3 : 4, beynahe, vor die Strahlen, welche am wenigſten gebrochen werden; mithin iſt hier der Ueberſchuß 4 — 3 = 1. Rechnet demnach, 1 : 27 = 3 : 81 = 4 : 108. Woraus denn erhellet, daß die Sinus I und R aus dem Waſſer in die Luft, ſich wie 81 : 108, bey denen am wenigſten gebrochenen Strahlen, verhalten: und wenn wir zu dem kleinen Sinu die gegebenen Unterſchiede zwiſchen dieſen Sinus, aus Glas in Luft, für alle übrigen Arten der Strahlen, nemlich $27\frac{1}{8}$, $27\frac{1}{5}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$ und 28 addiren; ſo erhalten wir alle Werthe von R für dieſe Strahlen, nemlich $108\frac{1}{8}$, $108\frac{1}{5}$, $108\frac{1}{3}$, $108\frac{1}{2}$, $108\frac{2}{3}$, $108\frac{7}{9}$ und 109.

19. Weil aber die Brechung hier nicht auf die Weiſe geſchieht, indem der Strahl aus dem Waſſer in die Luft fährt, ſondern umgekehrt; ſo ſind auch die Werthe von I und R ebenfalls umgekehrt: oder ſie ſtehen vor allen Arten der Strahlen wie folget.

Für

ein Winkel von beſtimmter Größe iſt, welcher

Für den rothen	Strahl	$I:R = 108 : 81$	Ende.
— — orangen	—	$I:R = 108\frac{1}{8} : 81$	Anfang.
— — gelben	—	$I:R = 108\frac{1}{5} : 81$	—
— — grünen	—	$I:R = 108\frac{1}{3} : 81$	—
— — blauen	—	$I:R = 108\frac{1}{2} : 81$	—
— — indigfarbenen	—	$I:R = 108\frac{2}{3} : 81$	—
— — violetten	—	$I:R = 108\frac{7}{9} : 81$	—
— — violetten	—	$I:R = 109 : 87.$	Ende.

20. Weswegen denn bey den am wenigſten gebrochenen, weil $I = 108$, auch $H = 11664$, $R = 81$, und $RR = 6561$; ferner $I^2 - R^2 = 5103$; $\sqrt{(3RR)} = 140{,}3$ und $\sqrt{(I^2 - R^2)} = 71{,}4$. Saget demnach (N. 17.):

wie	$\sqrt{(3RR)} = 140{,}3 = 2{,}147045$
zu	$\sqrt{(I^2 - R^2)} = 71{,}4 = 1{,}853913$
ſo auch der Halbmeſſer	$= 90^\circ\, 00' = 10{,}000000$
zu dem Sinus des Einfallswinkels	$BAF = 30^\circ\, 37' = 9{,}706868.$

21. Folglich iſt der Winkel $ABF = 59^\circ\, 23'$ bey den rothen, oder am wenigſten gebrochenen Strahlen. Wenn wir alſo in dem Regentropfen, deſſen Achſe SQ iſt, den Bogen $BN = 59^\circ\, 23'$ machen, ſo haben wir den am wenigſten gebrochenen Strahl SN. Iſt nun der Einfallswinkel und die Verhältniß I zu R gegeben; ſo können wir auch den Winkel der Brechung folgendermaaßen finden. Saget demnach:

wie	$I = 108 = 2{,}033424$
zu	$R = 81 = 1{,}908485$
ſo der Sinus des Einfallswinkels	$59^\circ\, 23' = 9{,}934798$
zu dem Sinus des Brechungswinkels	$40^\circ\, 12' = 9{,}809859.$

22. Wenn wir alſo den Winkel $CNF = 40^\circ\, 12'$ machen, ſo iſt NF der gebrochene Strahl, welcher bey F nach FG zurück geworfen wird, bey G aber nach der Strecke GQ wieder heraus fährt. Verlängert demnach ſowohl den einfallenden Strahl SN, als den wieder herausfahrenden und gebrochenen RG, ſo weit, bis beyde Tab. XI. Fig. 6.

cher entweder die Regenbögen oder gefärbten Ränder

beyde einander in X ſchneiden; ſo theilt CF den Winkel NFG in zween gleiche Theile, und ſo auch den Winkel SXR gleichfalls in eben ſolche Theile, wenn CF verlängert wird. Alsdenn iſt CFN = CXN + FNX; FNX aber = CNX — CNF oder CFN. Mithin CFN = CXN + CNX — CFN; das iſt 2 CFN — CNX = CXN. Oder 80° 24′ — 59° 23′ = 21° 01′ = CXN; alſo 2 CXN = SXR = 40° 02′, welches das Maaß des Winkels iſt, den die am wenigſten gebrochenen einfallenden und wieder ausfahrenden Strahlen mit einander machen.

23. Nehmen wir ſtatt der Verhältniß 108 zu 81, die Verhältniß 109 zu 81 an; ſo finden wir die Werthe von $\surd(3RR)$ und $\surd(1^2 - R^2)$ ſo, als ſie der Einfallswinkel BCN, oder der Bogen BN = 58° 40′ giebt, und der Winkel SXR iſt = 40° 17′; welches der Fall vor die am meiſten gebrochenen oder äußerſten violetten Strahl iſt.

24. Wird der Strahl zweymal zurück geworfen, nemlich von den beyden Punkten F und G, wie z. E. in der Verlängerung des äußern Bogens, und er fährt bey H nach der Richtung HA, welche den einfallenden Strahl SN in Y ſchneidet, wieder heraus; ſo können wir den Winkel AYS, welchen dieſe Strahlen mit einander machen, folgender maaßen finden. Verlängert AH, bis ſie die gegen R verlängerte Linie XG in eben dieſem Punkte R ſchneidet; ſo iſt in dem Dreyecke HGR der äußere Winkel HGX = HRG + GHR. Weil aber, wegen der gleichen Winkel bey F und G, der Winkel GHR = dem Winkel FGX; ſo iſt HGX — FGX = HGF = HRG = 2 CGF oder CNF. Und (N. 22.) hatten wir SXR = 4 CNF — 2 CNX; folglich in dem Dreyecke YXR die beyden innern Winkel R + X = 6 CNF — 2 CNX = dem äußern Winkel bey Y, nemlich AYN.

25. Sollen wir in dieſem Falle die Einfalls- und Brechungswinkel finden, ſo haben wir $\surd(8RR)$: $\surd(1^2 - R^2)$ = Halbmeſſer: Sinus des Einfallswinkels; weswegen denn der gedachte Einfallswinkel CNX = 71° 50′

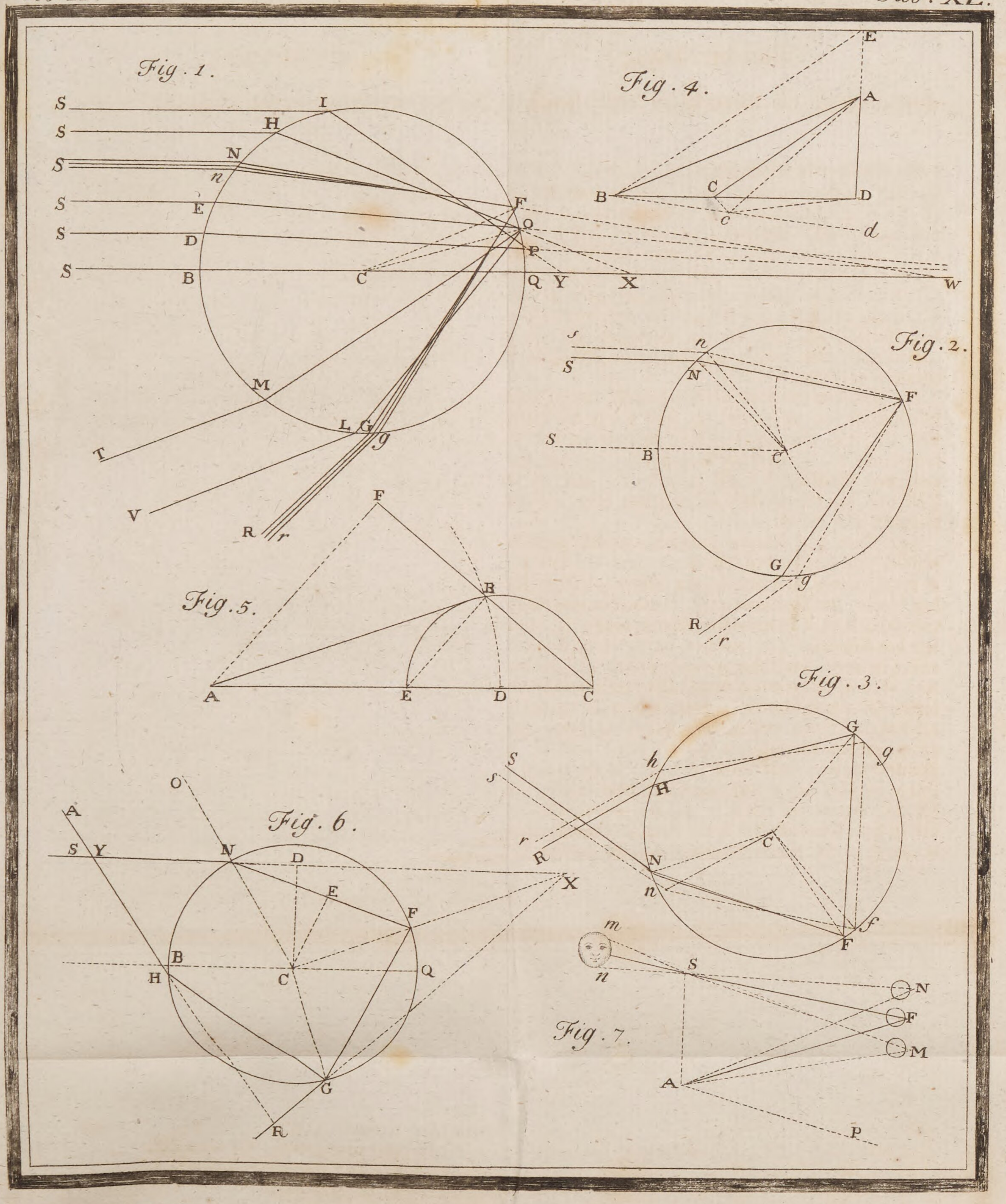


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.

Ränder um die Sonne oder den Mond macht,
beſteht

$= 71^\circ 50'$ gefunden wird. Alſo $108 : 81 =$ Sinus $71^\circ 50'$: Sinus $45^\circ 27 =$ CNF dem Brechungswinkel. Mithin $(45^\circ 27') \times 6 - 2 \times (71^\circ 50') = 129^\circ 20' =$ AYN, und ſein Komplement AYS $= 50^\circ 58'$ für den verlangten Winkel der am wenigſten gebrochenen Zahlen.

26. Was aber die am meiſten gebrochenen anbetrift, für welche $I : R = 109 : 81$ iſt, ſo haben wir vor dieſe den Einfallswinkel $71^\circ 26'$, und den Brechungswinkel $44^\circ 47'$; mithin iſt der Winkel AYS $= 54^\circ 10'$. Nach eben dieſem Verfahren berechnet man dieſe Arten der Winkel, wenn die Strahlen 3, 4, oder mehrmal zurück geworfen werden. Wird aber ein Strahl ſo oft zurück geworfen, ſo leidet er auch immer einen deſto größern Abgang, ſo oft dieſe Zurückwerfungen wiederholt werden; wodurch denn der zuletzt überbleibende Theil gemeiniglich zu ſchwach iſt, als daß er eine Empfindung von Farben erregen könnte. Weswegen wir denn hiervon weiter nichts erwehnen, ſondern vielmehr zu der Anwendung deſſen, was wir bisher geſagt haben, weiter fortſchreiten wollen, um daraus die Erſcheinungen des Regenbogens in ſo fern zu erklären, als ſeine Farben deutlich in die Sinnen fallen. Die vornehmſten Erſcheinungen hiervon aber ſind folgende.

27. Die erſte Eigenſchaft iſt dieſe: daß ſich ein jedweder ſolcher *Bogen in eben den bunten Farben* Tab. XLI. Fig. 1.
zeigt, welche der Lichtſtrahl macht, wenn er durch das Priſma fällt. Dieſes iſt eine ganz nothwendige Folge der verſchiedenen Strahlenbrechungen: denn die Strahlen werden in den herunterfallenden Regentropfen eben ſo gebrochen und zurück geworfen. Es ſey demnach *A* ein ſolcher Tropfen, SN aber ein Strahl, welcher bey N in ihn hinein dringt, und darauf nach F gebrochen, von da aber nach G zurück geworfen wird; nachdem er aber hier wieder heraus fährt, abermal eine ſolche Brechung leidet, als es alle diejenigen Strahlen erfordern, aus welchen er beſteht, nemlich GR der rothfärbende Strahl am wenigſten, GO

beſteht darinne, weil es nur in dem ganzen Theile

der orangenfarbene etwas mehr, alsdenn GY der gelbe, GG der grüne, GB der blaue, GI der indigfarbene immer nach einander etwas mehr, bis zu dem violetten GV, welcher am allerwenigſten gebrochen wird.

28. Nun haben wir aber (N. 22, 23.) gewieſen, daß ſich der Winkel SFR zu dem Winkel SFV wie 42° 02′ zu 40° 17′ verhalte; wovon der Unterſcheid zwiſchen beyden der Winkel VGR = 1° 45′ iſt. Durch dieſen Winkel ſind alſo alle ächten Strahlen verbreitet: ob aber gleich derſelbe nur klein iſt, ſo breitet er ſich doch in einer beträgtlichen Weite ſtark aus; und indem er alſo von dem Tropfen A zu dem Auge des Zuſchauers bey A gelangt, ſo ſind dieſe färbenden Strahlen dergeſtalt von einander verbreitet, daß ſie alle einzeln nach einander, aber allein, in das Auge fallen.

29. Wäre alſo nur ein einziger Tropfen *A* vorhanden, ſo würde das Auge nur eine einzige Farbe in dem Tropfen ſehen, und zwar die rothe, weil dieſer Strahl GR am wenigſten gebrochen wird, die übrigen GO, GY u. ſ. f. würden eine ſolche Brechung leiden, daß ſie über den Zuſchauer hinweg ſtrichen, ohne zu deſſen Auge zu gelangen: wie ſolches ohne Schwürigkeit aus der Figur erhellet. Nehmen wir aber an, dieſer Tropfe bewege ſich weiter herunter, und komme in die Lage *B*, ſo fällt alsdenn der orangenfarbene Strahl GO in das Auge, welches in A verbleibt: weswegen denn der Tropfe eine orangen Farbe zeigt. Sinkt er aber noch weiter bis *C* herunter, ſo fällt nunmehr auch der gelbfärbende Strahl GY in das Auge bey A, und erregt die Empfindung der gelben Farbe in dem Tropfen bey G. Und ſo beſtändig fort, wenn wir annehmen, daß ſich der Tropfen nach und nach herunter bewege, und in die Punkte *D*, *E*, *F*, *G* komme; da denn die Strahlen GG, GB, GF, GV, immer nach und nach in das Auge fallen, und die Empfindung der ihnen zugehörigen Farben, wie z. E. der grünen, blauen, indigfarbenen und violetten erregen, wenn der Tropfe bey *G* iſt.

30. Die Wahrheit hiervon kann leicht durch einen Verſuch erwieſen werden. Denn man darf nur eine gläſerne

Theile des Tropfen zwiſchen B und L einen

Ll 2 einzi.

gläſerne mit Waſſer gefüllte Kugel in die Sonne aufhängen, und ſie aus einem ſolchen Stande betrachten, daß die auf ſie fallenden Strahlen SN, wenn ſie wieder aus der Kugel heraus fahren, zu dem Auge in A unter allen Winkeln von SFR, bis SFY gelangen: welches leicht erhalten werden kann, wenn man nur die Kugel, welche an einem Bande hängt, darüber eine Rolle geht, immer nach und nach herunter läßt. Dieſer war derjenige berühmte Verſuch, welchen Antonius de Dominis und Carteſius anſtelleten, wodurch ſie die Wahrheit ihrer Theorie von dem Regenbogen bewieſen, und dieſen ihren Beweis eine mathematiſche Demonſtration nenneten. Eben dieſes aber kann man auf gleiche Weiſe zeigen, wenn die Kugel bey *A* unbewegt hängen bleibt, und ſich das Auge immer nach und nach von R bis Y in die Höhe bewegt.

31. Denn wenn wir anſtatt, daß ſich der Tropfen von *A* nach *G* herunter bewegt, annehmen, es ſey in jedweden Punkten *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* ein ſolcher Tropfen; ſo ſchicken dieſe allerſeits ihre ächten und unvermiſchten Strahlen ſo nach dem Auge, als es dieſe ihre Lagen, in Betracht gegen das Auge, erfordern. Daher verurſacht der Tropfe in *A* mit ſeinem gebrochenen Strahle GR, die rothe Farbe; der in *B* die orangen Farbe, der in *C* vermittelſt G*y* die gelbe; und ſo auch die übrigen Tropfen *D*, *E*, *F*, *G*, vermittelſt der Strahlen G*g*, G*b*, G*i*, G*v* die übrigen Farben, wie z. E. die grüne, blaue, indig und violette Farbe, zugleich. Aus welcher Urſache denn der ganze Theil des Bogens von *A* bis *G* auf eben die Weiſe in verſchiedenen Farben oder bunt erſcheint, als es aus der Figur erhellet.

32. Nun ſey SP eine Linie, welche durch das Auge des Zuſchauers bey A mit den Sonnenſtrahlen SN parallel gezogen iſt, und man ſtelle ſich vor, daß alle Strahlen GR um dieſe Linie AP als um eine Achſe gedrehet würden, ſo, daß der Winkel GRP beſtändig unverän-

einzigen Punkt giebt, wo die Strahlen AN
derge-

verändert bleibt; ſo iſt klar, daß das Ende von einem jedweden Strahle in der Wolke oder dem Regen, einem Cirkel beſchreibt, welcher die Grundfläche von einen Kegel iſt, deſſen Achſe die Linie AP, die Spitze aber der Punkt A vorſtellet. Aus welcher Urſache denn der Tropfe *A* die Empfindung der rothen, jeder Tropfe in dem Cirkel, welcher mit dem äußerſten Ende der Linie GR beſchrieben iſt, eben dieſe Empfindung erregen muß, wie der Tropfe in dem Punkte G allein. Mithin wird man, ſo weit als ſich der Regen erſtreckt, einen rothen Cirkelbogen *AH* ſehen. Dieſem aber zunächſt beſchreibt der Strahl *B*A, auf gleiche Weiſe den orangefarbenen Bogen BI, auf eben die Weiſe macht der Strahl CH den gelben Kreis *CK*; und ſo auch alle übrigen Strahlen, wie es aus der Figur erhellet.

Tab. XLI. Fig. 2. 33. Hieraus läſſet ſich nun die zwote Erſcheinung der gefärbten Kreiſe leicht erklären; wie auch die dritte, welche die Breite des Bogens betrifft; denn dieſe iſt allemal dem Winkel *A*R*G* = RGV = 1°45′ gleich, wo der Strahl, wie hier, nach einer einzigen Reflection, wieder aus dem Tropfen heraus fährt. Dieſe beſondern Eigenſchaften ſind in derjenigen Figur deutlicher vorgeſtellet, wo BGD der rothe Kreis iſt, welcher entſteht, wenn ſich der Strahl AG in einem Kreiſe herum dreht, der zu allererſt in das Auge bey A gelangen kann; C*g*E iſt der violette Bogen, welchen der Strahl *g*A, der am meiſten gebrochen wird, macht; nach welchem alle übrigen Strahlen unterhalb das Auge gebrochen werden. Und auf dieſe Weiſe werden auch vermittelſt der zwiſchenliegenden Strahlen die Farben des ganzen innern Bogens hervor gebracht.

34. Die vierde Erſcheinung beſteht darinnen, daß man zween Bogen zu gleicher Zeit erblickt. Dieſes läßt ſich daher erklären, daß, nachdem ein würkſamer Strahl SN in einen Regentropfen fällt, und an der entfernteſten Seite bey F und H zweymal zurückgewor-

fen

dergeſtalt hineindringen können, daß, nach-

fen iſt, wieder aus dem Tropfen fährt, und mit allen ſeinen einfachen Strahlen bey G, auf der obern Seite des Tropfens, dergeſtalt gebrochen wird, daß er mit dem einfallenden Strahle den Winkel GYN oder GYA = 54°10′ macht, wenn dieſer Strahl von der violetten Art, oder am meiſten gebrochen iſt (N. 26.); iſt er aber von der rothen, welche am wenigſten gebrochen wird, ſo beträgt dieſer Winkel nur 50°58′ = S*y*A (N. 25.).

35. Alle Tropfen alſo, welche um dem Auge dergeſtalt herum liegen oder ſchweben, daß ihre am meiſten gebrochene Strahlen darauf fallen können, müſſen alſo mit dieſen Strahlen mit der Linie AP, welche durch das Auge, mit den Sonnenſtrahlen parallel gehen, einen Winkel GAP machen, welcher dem Winkel SYA oder GAP von 54°10′ gleich iſt. Dieſe Strahlen verurſachen daher allenthalben in dem Bogen PGL eine violette Farbe. Aus eben der Urſache machen diejenigen, welche am wenigſten gebrochen werden, und bey A in das Auge fallen, einen Winkel *g*AP von 50°58′; und ſo auch der Strahl A*g*, welcher ſich um die Achſe AQ bewegt, und den Bogen M*g*K beſchreibt, den ſtärkſten rothen Strahl; und alle die übrigen Tropfen zwiſchen G und *g*, deren Kreiſe eine andere Farbe haben, und mit einander den äußern Bogen ausmachen, die übrigen Farben.

36. Die fünfte Erſcheinung iſt die größere Breite des äußern Bogens. Wenn wir daher von 54°10′, 50°58′ abziehen, ſo bleiben 3°12′ = G*g*, als der Breite des äußern Bogens; welcher daher faſt noch einmal ſo breit iſt, als der innere.

37. Die ſechſte Erſcheinung iſt die Entfernung beyder Bögen, welche folgendermaaßen beſtimmet wird. Man ziehet von dem Winkel, welchen der am wenigſten gebrochene Strahl in dem obern Bogen mit der

dem ſie eine zwote Brechung bey F, wegen der

Achſe A B, nemlich 50°58′, macht, den Winkel 42°02′, welchen der am meiſten gebrochene Strahl, in dem untern Bogen zugleich einſchließt, ab; ſo iſt der Unterſcheid 8°56′ = g A F der Bogen der Entfernung zwiſchen den beyden Bögen.

38. Die ſiebende Erſcheinung betrift die verkehrte Ordnung der Farben in denen Bögen. Dieſe rührt von denen entgegengeſetzten Theilen des Tropfens her, auf welche der Strahl fällt, und nachher wieder heraus fährt wenn er gebrochen iſt. Denn weil die Strahlen S N in die obern Theile deſſelben hinein, bey den untern aber wieder heraus fahren, ſo iſt klar, daß ſie in dieſem Falle (in dem innern Theile des Bogens nehmlich) eine ſolche Lage haben müſſen, welche der genau entgegen geſetzt iſt, nach welcher ſie in den untern Theil des Tropfens hinein fahren, und von den obern eben ſo gebrochen werden, wie in dem äußern Bogen, deſſen Farben violett, indigfarbend, blau, grün, gelb, orange und roth ſind; dahingegen die in dem andern Farben in der umgekehrten Ordnung, nemlich roth, orange, gelb, grün, blau, indig und violett ſind; wenn man von dem obern Theile, in beyden Bögen nemlich, herunterwerts rechnet.

39. Die achte Erſcheinung beſteht in der Schwäche oder Mattigkeit der Farben des äußern Bogens in Vergleichung gegen die Farben des innern. Dieſes iſt eine Folge, welche daher rührt, weil die Strahlen in den Tropfen, welche den äußern Bogen verurſachen, zweymal gebrochen werden. Diejenigen, welche dieſen Verſuch in einem finſtern Zimmer machen, werden ſich vielleicht wundern, wenn ſie bemerken, ein wie ſtarker Theil des Strahls (welcher in das Kügelgen bey N hinein dringt) bey dem Punkte F wieder heraus fährt, wie es zugeht, daß in dem überbliebenen Theile F G noch ſo viel Vermögen zurück bleibt, welches dergleichen ſtarke und lebhafte Farben in dem erſten Bogen macht,

der erwehnten Ränder oder Zurückwerfung bey

macht, als ſie würklich erſcheinen; wenn ſie aber alsdenn zugleich erwägen, wie viel von dieſem überbleibendem Strahle bey G gebrochen wird; ſo iſt es ungleich mehr zu verwundern, wie die ſehr kleinen nach H zurück geworfenen Theilgen, daſelbſt, wenn ſie in einer hinreichenden Menge gebrochen werden, überhaupt eine deutliche Vorſtellung der Farben gewehren können.

40. Die neunte Erſcheinung iſt die, da zuweilen mehr als zween Bögen geſehen werden, welche ich zuweilen bey einer ſehr dicken Wolle, bemerkt habe, da ſich deren viere zeigten, und ſo gar noch eine ſchwache Erſcheinung von dem fünften: dieſes aber iſt etwas ſehr ſeltenes. Nun können aber dieſe falſchen Bögen, wie man ſie denn füglich alſo nennen kann, nicht auf eben die Art entſtehen, als die beyden Hauptbögen, das iſt, von der Brechung nach der dritten, vierten fünften u. ſ. f. Reflection:, denn der Strahl iſt viel zu ſchwach, daß er vermöge der Brechung Farben geben ſollte, wenn er auch nur zum dritten male gebrochen wäre; viel weniger, nachdem er vier bis fünfmal gebrochen worden: nicht zu gedenken, daß, ob gleich die Strahlen, wenn ſie gleich zum dritten und viertenmale gebrochen werden, und dennoch ihre Farben geben würden, ſo könnten doch die von ihnen gemachten Bögen, nicht zugleich mit denen übrigen beyden erſcheinen, und eben ſo wenig in eben der Gegend des Himmels oder der Luft, ſondern nur in dem Regen zwiſchen uns und der Sonne; mithin müßte ſie der Zuſchauer alsdenn ſehen, wenn er ſein Geſicht gegen die Sonne wendete, und nicht, wie in dem andern Falle, von der Sonne weg.

41. Um nun die Erſcheinung dieſer gefärbten oder bunten Kreiſe in dem innern und vornehmſten Bögen zu erklären, ſo will ich hier nur dasjenige blos abſchreiben, was uns der gelehrte Pemberton über dieſe Materie geliefert hat. Er bemerkt, daß Herr Newton bereits

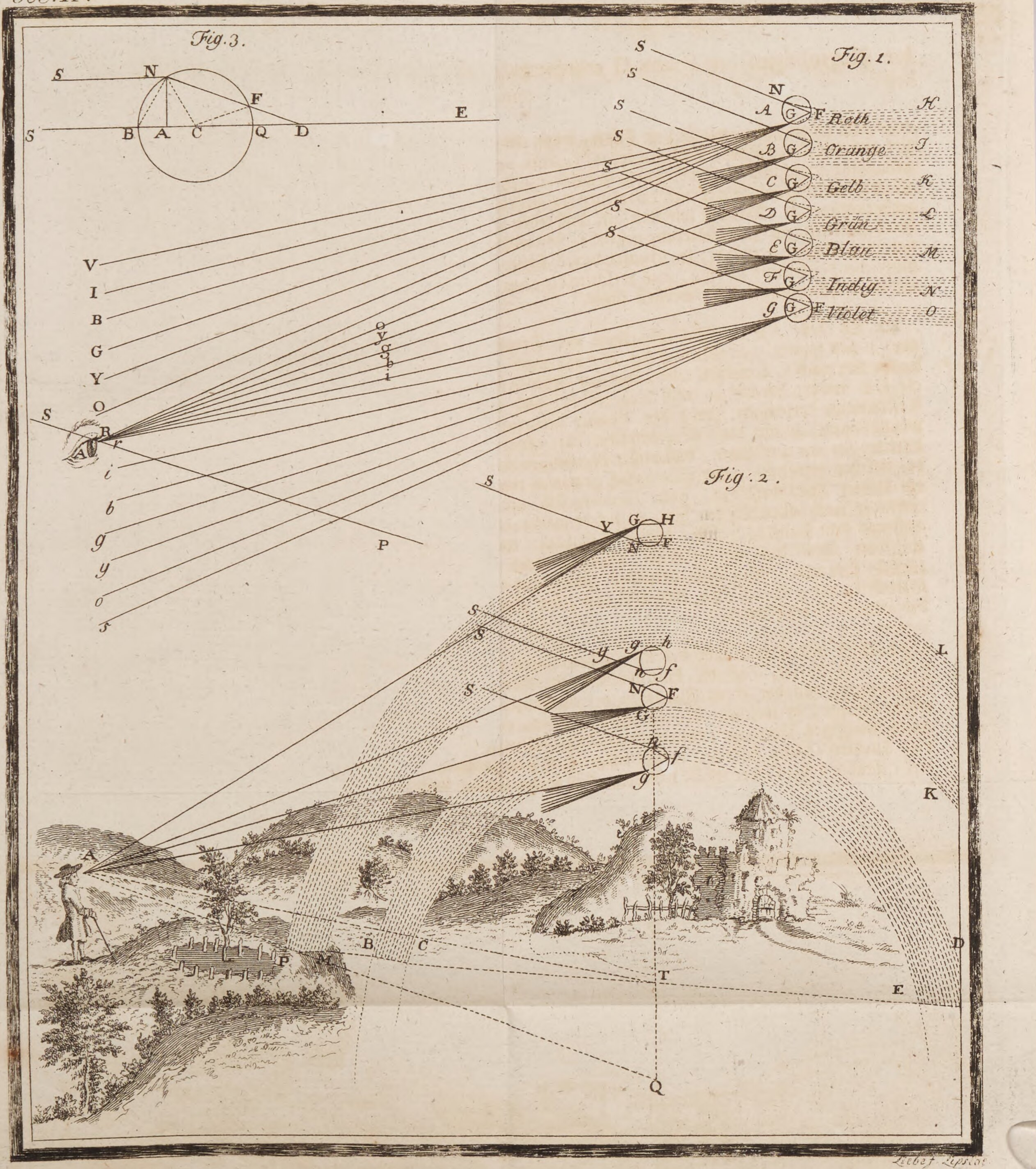
den Regenbögen bey F und G erlitten haben, annoch

reits beobachtet habe, wie in dem Glaſe, wenn es polirt und mit Queckſilber überzogen worden, eine unregelmäßige Brechung entſtehe, durch welche eine kleine Quantität Lichts von dem zurückgeworfenen Hauptſtrahle zerſtreuet werde. Nehmen wir nun an, daß eben dieſes bey derjenigen Zurückwerfung geſchehe, von welcher der Regenbogen herrührt; ſo ſcheinet dieſes ſchon ein hinreichender Grund zu ſeyn, aus welchem die eben erwehnte Erſcheinung erklärt werden kann.

Tab. XLII. Fig. 1.

42. Es ſtelle AB ein Waſſerkügelgen oder Tropfen vor, B den Punkt, von welchem der Strahl einer gewiſſen Art nach C geworfen wird, nachher in der Strecke CD wieder heraus zu dem Auge fährt, und die Erſcheinung derjenigen Farbe des Bogens verurſacht, welche eigentlich für dieſe ſeine beſondere Art gehöret. Hier wollen wir annehmen, daß außer demjenigen Lichte, welches gewöhnlichermaaßen zurück geworfen wird, ein kleiner Theil deſſelben, ganz unordentlich unter einander nach allen Seiten hin, zerſtreuet werde; ſo, daß von dem Punkte B, auſſer denen Strahlen, welche von demſelben gewöhnlicher maaßen nach C zurück kommen, ſich einige derſelben nach andern Strecken, wie z. E. BE, BF, BG, BH, an jeder Seite der Linie BC, verbreiten.

43. Nun haben wir aber bereits (in den Noten zu CXX.) angemerkt, daß die Lichtſtrahlen in ihrem Durchgange von der einen Fläche zu der andern, in einem Körper, in welchem ſie gebrochen werden, ein wechſelsweiſiges Vermögen der leichten Durchlaſſung und Zurückwerfung äußern, welche in gleichen Zeiten auf einander folgen, dergeſtalt nemlich, daß wenn ſie die entferntere Fläche mit einem dieſer Vermögen erreichen, durchgelaſſen, alsdenn aber zurück geworfen werden, wenn ſie mit dem andern Vermögen auf eben dieſelbe treffen. Weswegen denn diejenigen Strahlen, welche von B nach C und von hier in der Linie CD wieder



Liebe f. Lipsiae

annoch genug von ihnen bey G oder H heraus
U 5 fahren

wieder heraus gehen, indem ſie das Vermögen der leichtern Durchlaſſung äußern, die zerſtreuten Strahlen, welche auf eine kleine Entfernung fallen, ohne denen ihnen zur Seiten liegenden (da wir denn die Strahlen BE und BG annehmen) auf die Oberfläche mit dem Vermögen der leichten Zurückwerfung treffen, weswegen ſie denn nicht heraus fahren; die dieſen zunächſt liegenden aber, wie z. E. BF und BH, in den Punkten bey F und H mit dem Vermögen der leichten Durchlaſſung auffallen, weswegen ſie denn in den Strahlen FI und HK gebrochen werden, und würklich heraus fahren.

44. Nun fahren aber dieſe Strahlen dergeſtalt aus, daß ſie mit dem einfallenden Strahle SN einen kleinern Winkel machen, als der Strahl CD; von welchem wir erwieſen haben, daß er mit ihm den größeſten Winkel mit allen Strahlen ohne Unterſcheid mache (N. 5, 22, 23.). Die Farben alſo, welche ſie machen, müſſen daher mit den Farben des erſten Bogens zugleich erſcheinen. Und wenn wir noch andere Strahlen außer dieſen annehmen, welche, indem ſie ausfahren, zerſtreuet und die Zwiſchenſtrahlen durch die Zurückwerfung aufgehalten werden; ſo machen ſie mit dem einfallenden Strahle SN noch viel kleinere Winkel: woraus denn zwiſchen den erſtern noch mehrere gefärbte Kreiſe entſtehen. Eben dieſes kann man ſich auch bey andern Abwechſelungen eben ſo vorſtellen.

45. So wie nun die, durch verſchiedene Zurückwerfungen und Brechungen zerſtreuten Strahlen, ſolche Kreiſe machen, welche auf verſchiedene Art unter einander vermiſcht ſind, ſo gehen auch einige derſelben, wegen ihrer hellern Farben, in dem untern Theile des Hauptbogens, bald mehr bald weniger verlohren, und können daher zu der Vermiſchung mit dem Purpur bald mehr bald weniger beytragen, welche Farbe der Bogen gewöhnlicher maaßen hat. Die dunklern Farben dieſer

zerſtreu-

fahren können, welche vermögend ſind, ein ſtar-
kes

zerſtreuten Strahlen aber, verurſachen ſolche Bögen, welche bis unten zu dem Bogen reichen, und können deutlich geſehen werden; von welchen der erſte eine hellegrüne, dunkelgrüne und purpur Farbe hat; der andere aber eine grüne und Purpurfarbe; und endlich der dritte, eine blaßgrüne und verſchwindende Purpurfarbe.

46. Die Entfernungen zwiſchen dem Bogen und dieſen zweyten Kreiſen hängen von der Dicke der Tropfen ab; ſollen ſie aber einiger maaßen von einander abgeſondert werden, ſo müſſen die Tropfen gar ſehr klein ſeyn. Mithin geſchiehet es am bequemſten und gewöhnlichſten, daß ſie ſich in den Dünſten der Wolken zeigen, welche die Luft, wenn ſie durch den Regen in Bewegung geſetzt iſt, mit den großen Tropfen herunter fährt; und dieſes iſt auch vielleicht die Urſache, weswegen ſie niemals an einem andern Orte, als unter dem obern Theile des Regensbogens erſcheinen, wenn ſich dieſer Dunſt nicht ſonderlich weit herunter erſtreckt. Zur Beſtätigung dieſes, ſiehet man gemeiniglich dergleichen Kreiſe am ſtärkſten, wenn der Regen aus ſehr dunklen Wolken herunter fällt, welche denn den ſtärkſten Regen, und eben daher zugleich die heftigſte Bewegung der Luft, verurſachen: und bis hieher Herr Pemberton. —

47. Damit wir aber wieder zu unſerer vorigen Materie kommen, ſo müſſen wir in derſelben die zehnte Erſcheinung betrachten, welche darinnen beſteht, daß man die Regenbögen nur an denen Oertern in der Luft bemerkt, welche der Sonne gegen über ſind. Dieſes kommt nothwendig von den einfallenden und wieder heraus fahrenden Strahlen her, welche beyde an der einen Seite des Tropfens liegen: denn es iſt klar, daß, wenn man Farben ſehen will, ſo muß man das Geſicht nach der Strecke richten, welche der Sonne gegen über liegt.

48. Die

kes und deutliches Bild der Sonne zu machen.

Welche

48. Die eilfte Erſcheinung iſt die, daß niemals ein Regenbogen erſcheint, als wenn es regnet, und zwar allemal an dem Orte, wo der Regen herunter fällt. Die Urſache hiervon iſt, weil der Regen beſtändig eine hinreichende Menge Tropfen oder Waſſerkügelgen gewehret, welche das Licht zurück werfen und brechen, und weil es hierzu vornehmlich geſchickt iſt, beyde dieſe Veränderungen zu leiden; welches aber nicht anders geſchehen kann, außer, wenn dieſe Waſſertheilgen von einer gehörigen Dicke, Geſtalt und Fähigkeit ſind, welche die Dünſte der Wolke nicht geſtattet, und daher die Wolken allein keine ſolche Erſcheinung verurſachen konnen.

49. Die zwölfte Erſcheinung iſt die Größe des Regenbogens. Dieſe wird leicht beſtimmet: denn wenn man die Achſe AB deſſelben bis Q, als dem Mittelpunkte des Bogens, verlängert, ſo hat man den Halbmeſſer deſſelben an den Winkeln QA*g*, oder QAG; von welchen das doppelte die Winkels giebt, unter welchen die ganzen Durchmeſſer des Bogens erſcheinen, und welche eben daher das Maaß ihrer Größe ſind. Tab. XLI. Fig. 2.

50. Die dreyzehnte Erſcheinung iſt die Höhe des Bogens über dem Horizonte oder der Oberfläche der Erde. Dieſe iſt dem Winkel GAT gleich, welche entweder mit einem Quadranten gemeſſen, oder auch für eine jede Zeit leicht gefunden werden kann, wenn die Höhe der Sonne gegeben worden, welche dem Winkel TAQ gleich iſt; die man alſo nur von dem beſtändigen Winkel QAF oder QAY abziehen darf; da denn der Winkel für die ſcheinbare Höhe des Bogens übrig bleibt.

51. Hieraus folgt, daß, wenn die Sonne in dem Horizonte iſt, die Linien QA und TA zuſammen fallen, mithin auch die Punkte Q und T. Weswegen denn die Bögen in dieſem Falle als vollkommene halbe

Cirkel

Welche Strahlen alsdenn, wenn ſie bey dem Punkte

Cirkel erſcheinen. Iſt aber die Höhe der Sonne der Winkel QAF = 42°02′, oder QAY = 54°10′; ſo zeigen ſich die Gipfel der Bögen unter dem Horizonte: weswegen denn zu einigen Zeiten in gewiſſen Tagen, zur Sommerszeit, kein Regenbogen geſehen werden kann.

52. Bisher haben wir dieſe Bögen dergeſtalt betrachtet, wie ſie ihrer Größe nach verſchieden ſind, und zwar in dem Falle, wenn die Sonne ein Punkt wäre; weil ſie aber unter einem halben Grade oder 30 Minuten ohngefehr erſcheint, ſo müſſen auch die Breiten der Bögen ebenfalls größer, ihre Entfernungen von einander um einen halben Grad geringer ſeyn, und mithin die Breite des innern Bogens 2°15′, des äußern 3°42′, und ihre Entfernung 8°26′ betragen: folglich der gröſſeſte Halbmeſſer des innern Bogens 42°17′ und der kleinſte des äußern Bogens 50°43′.

Tab. XL. Fig. 7. 53. Denn es ſey SFA der Winkel eines beſonders gefärbten Strahls, welcher von dem Mittelpunkte der Sonne kommt, und von dem Tropfen bis zu dem Auge nach A gebrochen wird. Alsdenn nehme man in dem Strahle SS einen Punkt S nach Belieben an, und mache die Winkel FSN und FSM, deren jeglicher 15′ beträgt; wie auch die Winkel FAM und FAN; ſo iſt SN der Theil des Strahls *n*N, welcher von dem untern Rande der Sonne ausfährt, SM aber ein Theil des Strahls *m*M, welcher von ihrem obern Theile des Randes herkommt; und der ganze Winkel NSM = *m*S*n* = 30′, derjenige unter welchem die Sonne erſcheint.

54. Hierauf ziehe man die Linie SA; und weil die oberſten Theile der Winkel an der Grundfläche SA aller Dreyecke ASN, ASF, und ASM einander gleich ſind; ſo müſſen auch ihre Verticalwinkel N, F, M, einander ebenfalls gleich ſeyn. Weswegen denn der Winkel SMA derjenige iſt, welchen der ausfahrende Strahl mit dem einfallenden SM von eben der Farbe, wie vorher,

Punkte N eindringen, aus der Urſache würk-
ſame

her, macht; wenn er von dem oberſten Punkte M der Sonne, und SNA von dem Theile, welcher von dem unterſten Punkte derſelben *n* kommt. Wären nun alle Sonnenſtrahlen von einer Art, ſo würde die ſcheinbare Breite des Bogens, wenn ſie nach dem Winkel MAN gemeſſen würde, nur 30′ oder einen halben Grad betragen.

55. Weil aber die Sonnenſtrahlen verſchieden gebrochen werden, ſo muß man ſich vorſtellen, der Tropfe F befände ſich irgendwo in dem innern oder äußern Theile des Schenkels des vorher beſchriebenen Regenbogens; mithin iſt klar, daß der Winkel FAM, noch zu der innern Seite, FAN aber zu der äußern desjenigen Winkels hinzu gethan werden müſſe, welchen die Breiten dieſer Bögen bey A einſchließen, wenn man ihre ſcheinbare Breiten erhalten will: welche alſo auf die Art gefunden werden, wie wir ſie (N. 51.) beſchrieben haben.

56. Ich war willens, allhier des Herrn Halley Verfahren anzugeben, wie die Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels entdeckt werden kann, wenn der Winkel gegeben iſt, welchen ein würkſamer Strahl z. E. SN mit dem ausfahrenden Theile deſſelben GA macht. Weil aber dieſer Winkel blos durch einen Verſuch beſtimmt wird, und wir zuletzt in der Berechnung auf eine cubiſche Gleichung kommen; ſo halte ich dieſes Verfahren für ein ſolches, welches für den Leſer allhier zu mühſam ſeyn möchte, beſonders, weil es ſo leicht iſt, die brechende Kraft der durchſichtigen Körper durch vorhergehende Verſuche zu beſtimmen: wie ſolches ausführlicher aus den Noten zu CXVI erhellet.

57. Ich habe mich übrigens mit dem Herrn Whiſton öfters unterredet, woher es doch wohl kommen möge, daß uns die Gelehrten nichts von der Urſache melden, warum

ſame Strahlen genennet werden, um ſie dadurch
von

warum der Regenbogen oder vielmehr ein ſtarker und bunter Ring nicht eben ſo wohl um der Sonne in den herunterfallenden Regentropfen, und zwar in einer Entfernung von ohngefehr 25 Graden, erſcheint; weil doch in dieſer Weite von der Achſe die würkſamen Strahlen SN, *sn*, *po*, nach der Brechung, in den Tropfen,
Tab. XLII. Fig. 2. zum zweyten male bey F, gegen das Auge bey I, gebrochen werden. Denn wenn SBQ die Achſe des Tropfens iſt, ſo haben wir gewiſen, daß der Winkel BN = 59°23′ (N. 21.) und der Bogen NF = 99°36′ ſey. Mithin der Bogen NF = 99°36′; weswegen denn der Bogen FQ = 21°, in einer gläſernen Kugel mit Waſſer gefüllt, in einem finſternen Zimmer in das Sonnenlicht gehalten, einen gefärbten oder bunten Kreis oder Krone ADF, macht, deren Durchmeſſer ohngefehr 42 Grade, und die innere Oberfläche aus der Urſache ſo ſehr helle iſt, weil ſie alle diejenigen Sonnenſtrahlen enthält, welche auf den vördern Theil zwiſchen 60° rund um die Achſe fallen.

58. Weil aber die Strahlen daſelbſt unter einander geworfen werden, ſo machen ſie nur ein weißes Licht; dahingegen an dem Umkreiſe FDA, wo die würkſamen Strahlen hinfallen, alle Farben des Bogens erſcheinen; und es haben ſich viele gewundert, warum wir von hier keinen Kreis erblicken, welcher hier ſo gar noch ſtärker ſeyn müßte, als bey dem Hauptbogen ſelbſt, weil hier die würkſamen Strahlen in allen Regentropfen zwiſchen uns und der Sonne von dem Cirkel FDA gebrochen werden. Wir müſſen aber, wie Herr Whiſton erinnert, bedenken, daß die würkſamen Strahlen SN, *sn* und *po* welche mit einander parallel ſind, wenn ſie auf den Tropfen fallen, dieſes alsdenn nicht mehr bleiben, nachdem ſie gebrochen ſind, und bey F wieder heraus fahren: denn wenn ſie hier nach einem Punkte gebrochen werden, ſo ſind ſie in dem Tropfen nicht parallel, und können es eben ſo wenig ſeyn, nachdem ſie wieder heraus fahren; ſondern ſie gelangen

gen nach der Gegend des Auges bey I, indem ſie immer nach den Strecken FI, Fr, Fq weiter aus einander fahren; eben daher aber nicht dicht genug, und auch zugleich mit andern Strahlen zu ſtark vermiſcht ſind, als daß ſie eine Empfindung von Farben erregen könnten.

59. Wie man aber ſagen könne, daß dieſer bunte Kreis nothwendig in der Entfernung von 26° von der Sonne erſcheinen müſſe, ſehe ich gar nicht ein. Denn der gebrochne Strahl FI macht mit dem einfallenden SN einen Winkel FMG, (wenn man SN bis G verlängert) welcher 38°22′ iſt; denn man ſiehet leicht, daß MN = MF, und mithin der Winkel MNF = MFN = CNM — CNF = 59°23′ — 40°12′ = 19°11′ der äußere Winkel IMG aber = MNF + MFN = 38°22′ ſey; mithin iſt dieſes der Winkel der Entfernung, in welcher ein ſolcher Bogen rund um die Sonne umher erſcheinen müßte. Tab. XLII. Fig. 3.

Anmerkung.

60. N. 5. haben wir behauptet, daß der würkſame Strahl SN einen Bogen QF mache, welcher, wegen ſeines gebrochenen Theils ND, ein Maximum ſey. Dieſes zu beweiſen, ſey der Halbmeſſer CN = CB = 1; der Sinusverſus BA = x, CD = z, und, vermöge der Natur des Cirkels, QB:BN = BN:AB; weswegen denn BN $\surd(2x)$. Ferner ſey a = der Verhältniß des Einfalles und der Brechung; ſo haben wir alsdenn, weil I:R = ND:CD, $ND = \frac{I}{R}\,CD = az$; auf gleiche Weiſe, wegen der ähnlichen Dreyecke BND und FQD, ND:NB = QD:QF; das iſt, Tab. XLII. Fig. 3.

$$az : \surd(2x) = z - 1 : \frac{z-1}{az} \times \surd(2x) = QF.$$

61. Dieſer Werth von QF muß ein Maximum werden; zu welchem Ende wir denn den gegebenen oder

bekann-

bekannten Theil $\frac{\sqrt{2}}{a}$ weglaſſen, mithin nur den Theil der veränderlichen Größe $\frac{(z-1)\times\sqrt{x}}{z} = \frac{z\sqrt{x}-\sqrt{x}}{z}$ $= \sqrt{x} - \frac{\sqrt{x}}{z} = x^{\frac{1}{2}} - \frac{x^{\frac{1}{2}}}{z}$, beybehalten können. Wenn wir dieſes differenziiren, ſo iſt das Differenziale $\frac{1}{2}x^{-\frac{1}{2}}dx - \frac{1}{2}z^{-1}x^{-\frac{1}{2}}dx + z^{-\frac{1}{2}}x^{\frac{1}{2}}dx = 0$; oder (wenn man mit $2z^2x^{\frac{1}{2}}$ multiplicirt), $z^2dx - zdx + 2xdz = 0$. Weswegen denn $2xdz = zdx = z^2dx$, und $dz = \frac{zdx - z^2dx}{2x}$.

62. Nun müſſen wir aber noch einen andern Werth für dz zu dem Ende finden, damit dieſes ausfällt, welchen uns denn das rechtwinklichte Dreyeck NAD angiebt, in welchem $(ND)^2 = (AN)^2 + (AD)^2$; das iſt, $a^2z^2 = z^2 + 2z - 2xz + 1$, von welchem das Differenziale $2a^2zdz = 2zdz + 2dz - 2zdx - xzdz$; folglich $dz = \frac{zdx}{z - a^2z - x - 1} = \frac{zdx - z^2dx}{2x}$; weswegen denn $z^2 - a^2z^2 - xz + a^2z + 3x - 1 = 0$. Vermöge dieſer und der vorhergehenden Gleichung, erhalten wir alſo $a^2z^2 = z^2 + 2z - 2xz + 1$. Wenn wir aus dieſer das x hinweg bringen; ſo erhalten wir nachfolgende cubiſche Gleichung $z^3 - a^2z^3 - a^2z^2 + z^2 + 3z + 3 = 0$; aus welcher wir die drey Wurzeln $z = -1$, $z = -\sqrt{\left(\frac{3}{a^2-1}\right)}$, und $z = \sqrt{\left(\frac{3}{a^2-1}\right)}$ erhalten. Weil nun die erſten von dieſen beyden negativ ſind, ſo nutzen ſie uns nichts. Iſt alſo der Bogen QF ein Maximum, ſo iſt $CD = \sqrt{\left(\frac{3}{a^2-1}\right)}$.

63. Wenn

63. Wenn wir dieſen Werth von z, in der Gleichung $a^2z^2 = z^2 + 2z - 2xz + 1$ ſubſtituiren, ſo erhalten wir die Gleichung $x = \sqrt{\left(\frac{1}{\frac{3}{a^2-1}}\right)} + 1 + (\frac{1}{2} - \frac{1}{2}a^2) \times \sqrt{\left(\frac{3}{a^2-1}\right)}$: und ferner in dem Falle, wenn die Strahlen am wenigſten gebrochen werden, $a = \frac{4}{3}$. Mithin $\sqrt{\left(\frac{3}{a^2-1}\right)} = 1{,}964 = CD$; und $AB = 0{,}4908$ für den Sinusverſus des Winkels BCN $= 59°23'$, eben ſo, als wir ihn N. 21. gefunden haben. Wenn wir nun ſetzen, $a = \frac{109}{81}$ (N. 19.); ſo erhalten wir den Winkel BCN $= 58°40'$ für diejenigen Strahlen, welche am meiſten gebrochen werden, wie N. 23.

64. Auch bekommen wir den Werth von $QF = \frac{z-1}{az}\sqrt{2x} = 0{,}3648$, welches die Sehne von $21°02'$ = den Winkel QCF iſt, wie wir N. 56 erwieſen haben. Woraus denn alle die beſondern Eigenſchaften des Hauptbogens leicht hergeleitet und verſtanden werden können; und dieſes iſt zugleich ein vorzügliches Beyſpiel von dem ausnehmenden Nutzen der Infiniteſimalrechnung in der Naturlehre. Dieſen vortreflichen Lehrſatz haben wir zuerſt von dem Herrn Stewart in ſeiner Auslegung über des Herrn Newton Quadraturen der krummen Linien, erhalten.

65. Iſt BNQ eine gläſerne Kugel, ſo iſt $a = \frac{3}{2}$, $CD = z = 1{,}5492$, und der Bogen $PN = 49°48'$; ferner der Bogen $QF = 11°22'$. Den fernern beträgtlichen Nutzen, welcher durch dieſen Lehrſatz erhalten

vor denen zu unterſcheiden, welche keine Würkung haben. [LXXIII.]

werden kann, wollen wir in der folgenden Vorleſung von der Optik in Betrachtung ziehen.

[CXXIII.] 1. Was nun endlich die Erzeugung der Ränder um die Sonne oder den Mond anbetrift, ſo hat uns hier unſer vortrefliche Verfaſſer eine vorzügliche Gelegenheit gelaſſen, unſer Nachſinnen zu üben, wenn wir ſie erklären wollen: denn er hat gar nichts geſagt, was uns nur einigermaaßen behülflich ſeyn könnte, die Urſache von dieſer Erſcheinung ausfindig zu machen. Er ſagt zwar: dieſe Ränder rührten von dem Lichte her, welches durch die Regentropfen gienge, in welchem es zweymal, das eine mal nemlich bey N und das andere mal bey F gebrochen würde, ohne daß es auf einige Weiſe zurück geworfen würde; wie aber dieſes möglich iſt, läßt ſich eben ſo geſchwind nicht errathen oder vorſtellen. Wir haben bereits im vorhergehenden erwieſen, daß ein Regenbogen oder ſtark gefärbter Rand, in der Entfernung von ohngefehr 38° von der Sonne vermuthet werden, aber auch die Urſache angegeben, warum er nicht entſtehen könne.

Tab. XLII. Fig. 3.

2. Aus dieſer Urſache dürfen wir alſo keinen Rand von eben den gebrochenen Strahl erwarten, vornehmlich aber deswegen, weil ſie nicht parallel nach dem Auge gebrochen werden, und mithin auch nicht dicht genug in daſſelbe eindringen, dieſen Theil des Himmels heller, als den übrigen, oder einen hellen Ring, wenn wir ihn ja dieſen Namen beylegen dürfen, zu machen. Ferner ſagt Herr Newton: dieſer Ring müſſe in einer Entfernung von ohngefehr 26 Graden von der Sonne, (wenn nehmlich der Winkel IMG = 26° iſt,) am ſtärkſten erſcheinen, und an beyden Seiten immer nach und nach abnehmen. Ob nun gleich unſer Verfaſſer

faſſer nicht leicht etwas als ungezweifelt behauptet, ohne hierzu wichtige Urſache zu haben, ſo ſehen wir doch dieſe in der That nicht ſo leichte ein.

3. Denn daß der Winkel IMG, 26 Grade ſeyn könne, der Einfallswinkel BCN aber deren ohngefehr 46 ſeyn müſſe, und alsdenn der Brechungswinkel CNF beynahe 33, läßt ſich ſchon gedenken; wie aber ein ſolcher Einfall und Brechung die Urſache ſeyn können, daß die Strahlen in größerer Menge zu dem Auge gebrochen werden, als durch andere Einfälle und Brechungen, kann ich in der That nicht einſehen, und es eben ſo wenig durch einen Verſuch ausmachen. Weil aber der Winkel IMG mit dem Einfallswinkel, und folglich auch mit dem Brechungswinkel zugleich, zunimmt; ſo iſt klar, daß, mit Rückſicht auf das vermiſchte Licht, je größer der Winkel IMG iſt, daſſelbe auch deſto ſtärker gebrochen und zerſtreuet werde; und je weiter alſo die Tropfen von der Sonne entfernt ſind, deſto weniger dichtes Licht wird auch durch die Brechung zu dem Auge gebracht; welches daher auf eben die Art abnehmen muß, wie die Entfernung von der Sonne zunimmt.

4. Weil nun Herr Newton gar wenig geſagt, ſo hat auch ſowohl Herr Penberton, als Graveſande von der ganzen Sache ſtille geſchwiegen, Herr Hugenius aber eine Hypotheſe voraus geſetzt, aus welcher ſich dieſe Erſcheinung erklären läßt, wenn wir ihm nehmlich alles dasjenige einräumen, was er unerwieſen angenommen hat. Und weil keiner von unſern großen Weltweiſen, auch nicht einmal Herr Newton ſelbſt, ſich unterſtanden hat, ſie zu mißbilligen, oder ſie zu widerlegen, ſondern im Gegentheile ſie vielmehr zu genehmigen ſcheint, indem ſowohl dieſer in ſeiner Optik, als Smith in der ſeinigen, ſie völlig angenommen hat; ſo glaube ich aus dieſer Urſache, und aus Achtung gegen den Character eines berühmten Schriftſtellers überhaupt, daß es ſich der Leſer gefallen laſſen werde, wenn ich ihm dieſelbe auf das allerkürzeſte vorlege und erkläre.

5. Sein Grundſatz iſt: daß ſich in der Atmoſphäre gewiſſe Kügelgen befinden, welche aus einer durchſichtigen Schale, entweder aus Eiſe oder Waſſer umher beſtehen, inwendig aber einen dunkeln Kern haben. Dieſe Kügelgen ſollen aus den Schneetheilgen entſtanden ſeyn, die, ſeiner Meynung nach, an ſich undurchſichtig ſind; die aber die Waſſertheilgen des Dampfes oder Dunſtes, worinnen ſie ſchwimmen, an ſich ziehen: dieſe rinnen alsdenn in eine durchſichtige Waſſerſchaale zuſammen, gefrieren, oder machen überhaupt eine durchſichtige Schale von Eiſe aus. Dieſes ſoll, wie er glaubt, die Erfahrung mit den Hagelkörnern beſtätigen, welche zu uns auf die Erde herunter fallen: denn von dieſen behauptet er, daß ſie in der Mitte aus Schnee beſtünden, welches man deutlich ſehen könnte, wenn man ſie von einander bräche.

Tab. XLII. Fig. 4. 6. Nachdem er dieſes voraus geſetzt hat, ſo macht er ſich nunmehr an die Erklärung der Sache ſelbſt. ABCD bedeute demnach ein ſolches Kügelgen, mit ſeinem dunklen Kerne EF in der Mitte; und über dieſes fallen, von den Punkten G und H, auf die Oberfläche bey A und D, die Strahlen ein. Woraus denn folgt, daß eine große Menge derſelben auf den Kern EF treffen müſſen.

7. GA und HD ſeyn alſo diejenigen Strahlen, welche, nachdem ſie gebrochen ſind, zu den Seiten E und F des Kerns gelangen, wo ſie abermal gebrochen werden, und darauf zu den Punkten B und C kommen; nachher aber in den Strecken BK und CK, welche einander in dem Punkte K ſchneiden, deſſen Entfernung von den Kügelgen etwas weniger beträgt, als deſſen Halbmeſſer, wieder heraus fahren.

8. Wenn man alſo BK und CK bis M und L verlängert, ſo folgt, daß kein Licht, welches von der Sonne kömmt, durch das Kügelgen ſtreichen, und zu dem Auge gelangen kann, es mag ſich dieſes auch zwiſchen dem Winkel LKM, oder vielmehr dem Kegel, welchen dieſer Winkel vorſtellt, an einem Orte befinden, an welchem man wolle; wo denn angenommen wird, daß

die

die ſchiefe Strecke der einfallenden Strahlen HD und GH, von der Beſchaffenheit iſt, daß dieſelben den Bogen QC und QB ſo groß mache, als er möglich iſt (CXXII. 5.): denn alle Strahlen, welche weiter entfern ſind, als HD und GA, werden noch näher gegen den Punkt Q gebrochen, fahren wieder heraus, und ſchneiden ſich in dem Punkte *k*, welcher dem Kügelgen noch näher liegt, als der vorerwehnte; und können daher eben ſo wenig zu dem Auge gelangen, wenn ſich daſſelbe innerhalb dem Kegel LKM befindet.

9. Nun wollen wir annehmen, das Auge befinde ſich in N; und NR, NQ ſeyn mit LK und MK parallel; ſo iſt klar, daß kein Strahl von einem Kügelgen, welches von der Art wie ABCD iſt, zwiſchen den Kegel RNQ zu dem Auge in N gelangen kann. Daher haben die Kügelgen bey O und P für ihre gebrochenen Strahlen *akd* und *ckd*, welche das Auge in einen dunkein Kegel einſchließen. Die übrigen Kügelgen aber, welche außerhalb dem Kegel QNR ſind, wie z. E. S und T, ſchließen das Auge N in keinen ſchattigten Kegel *lke* und *fkm* ein. Mithin können einige von dieſen Strahlen, welche ſtärker gebrochen werden, als *ke* oder *kf*, zu dem Auge gelangen, und einen leuchtenden runden Kreis oder Kranz machen, welcher in der Mitte einen dunkeln Fleck hat, und deſſen Licht auswers in der Verhältniß abnimmt, wie die Entfernung von dem Mittelpunkte zunimmt. Tab.XLII. Fig. 5.

10. Faſt auf eben die Art erklärt dieſer große Mann die Erſcheinungen der Nebenſonnen oder Nebenmonde, welche gemeiniglich Parhelia, Paraſelenä, oder Coronä genennt werden. Ich mag aber den Leſer hiermit nicht aufhalten: denn ich kann es doch nicht verhindern, daß er die ganze Sache nur für eine bloße, obgleich ſinnreiche, Hypotheſe hält: und was mich anbetrift, ſo habe ich in den Hagelkörnern niemals einen dunkeln Kern gefunden, welcher ſo regelförmig gebildet und mit einer runden und durchſichtigen Eisſchale umgeben wäre, wie es hier angenommen wird. Daher mag ſich der Leſer mit demjenigen angenehmen Er-

dichtungen unterhalten, welche uns der Herr Hugen in einer gelehrten Abhandlung über dieſe Matere, welche an dem Ende der Dioptrik in ſeinen *Opuſculis Poſtumis* angedruckt iſt, geliefert hat.

Endlich muß ich noch erinnern, daß ich ſowohl hier als in dem folgenden Theile die Erklärung von der Abweichung des Lichts der Fixſterne, in dieſer Ausgabe eben ſo beybehalten habe, wie ſie in der erſtern war: ob ich gleich durch gewiſſe Vernunftſchlüſſe und Beweiſe, wie auch nähere Unterſuchungen bewogen werde, aufrichtig zu geſtehen, daß ich dieſe Theorie ſo wenig mit den Begriffen, die ich von der Natur des Sehens habe, als den Geſetzen der Optik und denjenigen aus Verſuchen gezogenen Schlüſſen reimen kann, welche von berühmten Männern zu eben dem Ende angeſtellt worden ſind; und die eben ſo wenig etwas blos auf Glauben anzunehmen, oder auf anderer Worte zu ſchwehren geneigt ſcheinen, als ich. (S. die Noten zu CXI, CXLIV, 19 u. f.) Die Gründe aber, aus welchen mir dieſe Entdeckung verdächtig ſcheint, werde ich mir auf ein ander mal die Gelegenheit nehmen, ausführlicher bekannt zu machen.

Ende des zweyten Theils.

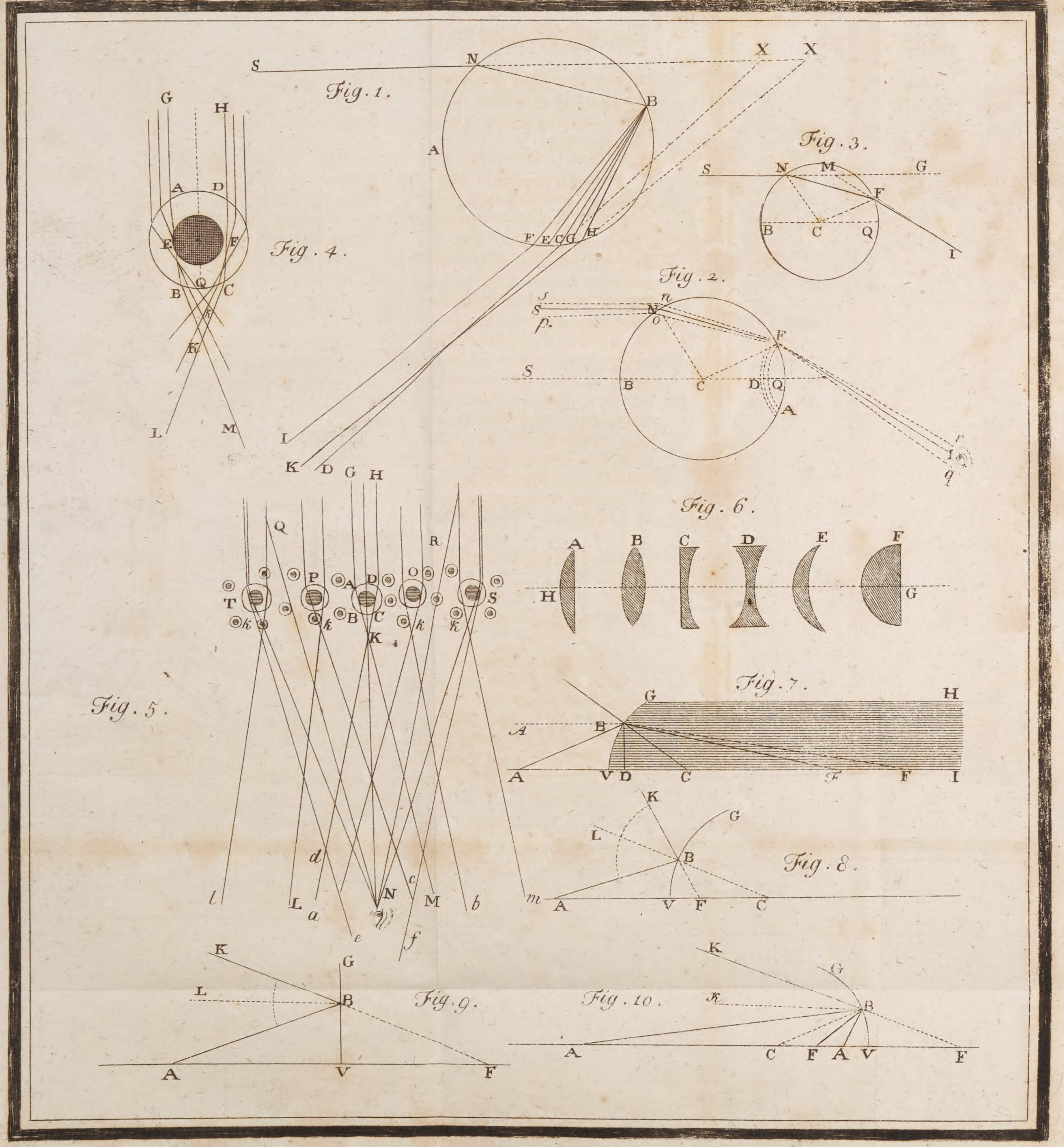


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

Bericht
für den Buchbinder.

[illegible]

Seite 42

[illegible]

5

Martin, Benjamin,

Philosophia Britannica: oder neuer und faßlicher Lehrbegrif der Newtonischen Weltweisheit, Astronomie und Geographie in zwölf Vorlesungen mit Noten, die physikalischen, mechanischen, geometrischen und durch Versuche bestättigten Beweise und Erläuterungen der gesamten Naturkunde enthaltend: wie auch eine genaue Nachricht und Erklärung der Erfindung, Bauart, Verbesserung und Gebrauchs aller nützlichen Werkzeuge und
Bd.: 2

(1772)

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.46(2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763623-9
VD18 80206204-001